

**MER – Offshore Windturbinepark  
Bank zonder Naam**

**NV ELDEPASCO**

**05/10293/PV**

**December 2008**

NV ELDEPASCO  
Lanceloot Blondeellaan 2  
8380 Zeebrugge

Arcadis Belgium  
Coördinatie: De Sutter Renaat & Volckaert  
Annemie



## WOORD VOORAF

Om de milieubelangen een volwaardige plaats te geven bij de vergunningverlening, dient een milieueffectenrapport (MER) te worden opgesteld. Het MER dient ter onderbouwing van de vergunningaanvraag en behandelt zowel de bouw, de exploitatie, de ontmanteling als de kabellegging voor zowel het scenario in het oorspronkelijke concessiegebied (procedure 'wijziging domeinconcessie') als in het uitgebreide concessiegebied (procedure 'uitbreiding domeinconcessie').

Dit milieueffectenrapport (MER) over de constructie en exploitatie van een windturbinepark op de Bank Zonder Naam door NV ELDEPASCO bestaat uit verschillende onderdelen.

Een eerste deel is de niet-technische samenvatting. Dit deel kan als alleenstaand onderdeel gelezen worden door de geïnteresseerde lezer die minder boodschap heeft aan al de technische gegevens en beschrijvingen zoals deze uitgebreid in de volgende hoofdstukken en bijlagen van het MER beschreven staan.

Een tweede deel omvat de uitvoerige technische bespreking van het voorgestelde project. Dit omvat een bespreking van de projectinhoud, de gekende technieken die toegepast zullen worden, de juridische en beleidsmatige randvoorwaarden, de bespreking van de effecten op het milieu en, waar nodig, voorstellen van maatregelen die de milieu-impact kunnen verminderen of kunnen compenseren, alsook voorstellen voor de monitoring in de toekomst van mogelijke milieu-impacts. De figuren zijn als een afzonderlijk deel opgevat om het de lezer mogelijk te maken figuren en tekst simultaan te raadplegen.

Tenslotte zijn er een aantal deelstudies uitgevoerd in het kader van deze MER die afzonderlijk toegevoegd zijn. De auteurs van deze deelstudies zijn verantwoordelijk voor de respectievelijke inhoud hiervan. In deze deelstudies wordt dieper ingegaan op bepaalde deelaspecten (veiligheid en radarinterferenties) van het MER.



# INHOUD

<b>WOORD VOORAF .....</b>	<b>I</b>
<b>INHOUD .....</b>	<b>III</b>
<b>LEESWIJZER.....</b>	<b>VII</b>
<b>LIJST MET AFKORTINGEN.....</b>	<b>IX</b>
<b>LIJST MET VERKLARENDE WOORDEN .....</b>	<b>XIII</b>
<b>LIJST MET FIGUREN .....</b>	<b>XV</b>
<b>LIJST MET TABELLEN .....</b>	<b>XXI</b>
<b>LIJST MET BIJLAGEN .....</b>	<b>XXVII</b>
<b>NIET-TECHNISCHE SAMENVATTING .....</b>	<b>I</b>
<b>1 VOORSTELLING VAN HET PROJECT .....</b>	<b>1</b>
1.1 Inleiding .....	1
1.1.1 <i>Beknopte voorstelling van het project</i> .....	1
1.1.2 <i>Toetsing aan de MER-plicht</i> .....	1
1.1.3 <i>De initiatiefnemer en het college van deskundigen</i> .....	2
1.1.4 <i>Procedure verloop</i> .....	4
1.2 Situering en justificatie van het project .....	4
1.2.1 <i>Algemene doelstellingen inzake hernieuwbare energie</i> .....	4
1.3 Juridische en beleidsmatige randvoorwaarden .....	8
1.3.1 <i>Juridische randvoorwaarden</i> .....	8
1.3.2 <i>Beleidsmatige randvoorwaarden</i> .....	16
<b>2 PROJECTBESCHRIJVING.....</b>	<b>19</b>
2.1 Algemene beschrijving van de activiteit.....	19
2.2 Inplantingszones .....	20
2.3 Beschrijving van de technologie.....	21
2.3.1 <i>Windturbines</i> .....	23
2.3.2 <i>Funderingen</i> .....	30
2.3.3 <i>Offshore transformatorplatform</i> .....	33
2.3.4 <i>Windmeetmasten</i> .....	33
2.3.5 <i>Erosiebescherming</i> .....	34
2.3.6 <i>Bekabeling</i> .....	34
2.4 Fasering van het project .....	36
2.5 Beschrijving van de verschillende activiteiten en uitvoeringswijzen .....	37
2.5.1 <i>Constructiefase</i> .....	37
2.5.2 <i>Exploitatiefase</i> .....	46
2.5.3 <i>Ontmantelingsfase</i> .....	53
<b>3 ALTERNATIEVEN .....</b>	<b>55</b>
3.1 Naar locatie.....	55
3.1.1 <i>Oorspronkelijke concessiegebied</i> .....	55
3.1.2 <i>Uitgebreide concessiegebied</i> .....	57
3.2 Naar configuratie.....	57

3.3	Naar kabeltracé .....	58
3.4	Naar wijze van uitvoering .....	58
3.4.1	Type van de turbine .....	58
3.4.2	De fundering .....	59
3.4.3	Het ingezette materieel .....	61
3.4.4	Erosiebescherming .....	61
3.4.5	Kabellegging .....	61
<b>4</b>	<b>BESCHRIJVING EN BEOORDELING VAN DE MILIEUEFFECTEN PER DISCIPLINE .....</b>	<b>63</b>
4.1	Bodem .....	63
4.1.1	Referentiesituatie .....	63
4.1.2	Autonome ontwikkeling .....	68
4.1.3	Effecten .....	69
4.1.4	Leemten in de kennis .....	80
4.1.5	Mitigerende maatregelen .....	81
4.1.6	Monitoring .....	81
4.2	Water .....	82
4.2.1	Referentiesituatie .....	82
4.2.2	Autonome ontwikkeling .....	85
4.2.3	Effecten .....	86
4.2.4	Leemten in de kennis .....	91
4.2.5	Mitigerende maatregelen .....	91
4.2.6	Monitoring .....	91
4.3	Klimatologische factoren .....	92
4.3.1	Methodologie .....	92
4.3.2	Referentiesituatie .....	92
4.3.3	Autonome ontwikkeling .....	94
4.3.4	Effecten .....	95
4.3.5	Leemten in de kennis .....	98
4.3.6	Mitigerende maatregelen en compensaties .....	98
4.3.7	Monitoring .....	98
4.4	Atmosfeer .....	99
4.4.1	Methodologie .....	99
4.4.2	Referentiesituatie .....	99
4.4.3	Autonome ontwikkeling .....	102
4.4.4	Effecten .....	102
4.4.5	Leemten in de kennis .....	109
4.4.6	Mitigerende maatregelen en compensaties .....	109
4.4.7	Monitoring .....	109
4.5	Geluid en trillingen .....	110
4.5.1	Methodologie .....	110
4.5.2	Referentiesituatie .....	111
4.5.3	Autonome ontwikkeling .....	114
4.5.4	Effecten .....	114
4.5.5	Leemten in de kennis .....	129
4.5.6	Milderende maatregelen .....	130
4.5.7	Monitoringprogramma .....	130
4.6	Fauna, flora en biodiversiteit .....	131
4.6.1	Benthische invertebraten en vissen .....	131
4.6.2	Vogels .....	167
4.6.3	Zeezoogdieren .....	189

4.6.4	<i>Passende beoordeling</i> .....	203
4.7	Zeezicht & Cultureel erfgoed .....	210
4.7.1	<i>Methodologie</i> .....	210
4.7.2	<i>Referentiesituatie</i> .....	210
4.7.3	<i>Autonome ontwikkeling</i> .....	212
4.7.4	<i>Effecten</i> .....	213
4.7.5	<i>Leemten in de kennis</i> .....	217
4.7.6	<i>Mitigerende maatregelen en compensaties</i> .....	217
4.7.7	<i>Monitoring</i> .....	218
4.7.8	<i>Besluit</i> .....	218
4.8	De mens .....	219
4.8.1	<i>Inleiding</i> .....	219
4.8.2	<i>Visserij</i> .....	220
4.8.3	<i>Militaire activiteiten</i> .....	227
4.8.4	<i>Kabels en pijpleidingen</i> .....	227
4.8.5	<i>Scheepvaart</i> .....	229
4.8.6	<i>Zand en grindontginning</i> .....	229
4.8.7	<i>Andere windturbineparken</i> .....	230
4.8.8	<i>Maricultuur</i> .....	232
4.8.9	<i>Biodiversiteit en natuurgebieden</i> .....	233
4.9	Veiligheidsaspecten .....	235
4.9.1	<i>Installaties</i> .....	235
4.9.2	<i>Scheepvaart</i> .....	238
4.9.3	<i>Radar en scheepscommunicatie</i> .....	246
4.9.4	<i>Olieverontreiniging</i> .....	249
4.9.5	<i>Luchtvaartverkeer</i> .....	265
<b>5</b>	<b>CUMULATIEVE EFFECTEN .....</b>	<b>267</b>
5.1	<i>Inleiding</i> .....	267
5.2	<i>Cumulatieve effecten</i> .....	268
5.3	<i>Effecten</i> .....	269
5.3.1	<i>Bodem</i> .....	269
5.3.2	<i>Water</i> .....	272
5.3.3	<i>Klimatologische factoren en atmosfeer</i> .....	273
5.3.4	<i>Geluid en trillingen</i> .....	274
5.3.5	<i>Fauna, flora &amp; biodiversiteit</i> .....	276
5.3.6	<i>Zeezicht en cultureel erfgoed</i> .....	287
5.3.7	<i>Mens</i> .....	288
5.3.8	<i>Veiligheidsaspecten</i> .....	291
5.4	<i>Leemten in de kennis</i> .....	295
5.5	<i>Mitigerende maatregelen</i> .....	296
5.6	<i>Monitoring</i> .....	297
<b>6</b>	<b>GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN IN HET KADER VAN HET ESPOO-VERDRAG.....</b>	<b>299</b>
6.1	<i>Algemeen</i> .....	299
6.2	<i>Effecten</i> .....	299
<b>7</b>	<b>SYNTHESE EN CONCLUSIES.....</b>	<b>301</b>
7.1	<i>Ingreep-effectrelaties</i> .....	301
7.1.1	<i>Oorspronkelijke concessiegebied</i> .....	302

7.1.2	<i>Uitgebreide concessiegebied .....</i>	<i>303</i>
7.2	Cumulatieve effecten .....	303
7.3	Conclusies.....	307
<b>8</b>	<b>REFERENTIES.....</b>	<b>315</b>
	<b>BIJLAGEN.....</b>	<b>331</b>



# LEESWIJZER

Het milieueffectenrapport (MER) voor de bouw en exploitatie van een windturbinepark op de Bank Zonder Naam bestaat uit twee onderdelen. Alle figuren en bijlagen zitten achteraan in het rapport, ingedeeld per hoofdstuk.

**Een eerste deel is de niet-technische samenvatting.** Dit deel kan als een alleenstaand onderdeel gelezen worden door de geïnteresseerde lezer die minder boodschap heeft aan al de technische gegevens en beschrijvingen zoals deze uitgebreid in de volgende hoofdstukken van het MER beschreven staan. In de niet-technische samenvatting zijn de belangrijkste tabellen en figuren opgenomen.

## **Een tweede deel omvat per hoofdstuk de volgende elementen:**

### Hoofdstuk 1:

- Geeft de toetsing aan de MER-plicht, de initiatiefnemer van het project, de coördinator van het MER en de samenstelling van het team van deskundigen. In dit hoofdstuk wordt tevens duidelijk welke disciplines in het MER behandeld zullen worden.

### Hoofdstuk 2:

- Geeft een situering en verantwoording van het project. Er wordt tevens een technische beschrijving gegeven van de technologie. De verschillende projectingrepen worden per fase van het project (constructie, exploitatie, ontmanteling) beschreven.

### Hoofdstuk 3:

- Geeft een bespreking van de locatie- en uitvoeringsalternatieven.

### Hoofdstuk 4:

- Geeft een definitie van wat er verstaan wordt onder referentiesituatie en geplande situatie. Verder worden in dit hoofdstuk per discipline een uitgebreide beschrijving van de afbakening van het studiegebied, de gehanteerde methodiek, de beschrijving van de referentiesituatie, de beschrijving en beoordeling van de milieueffecten en een beschrijving van de milderende en/of compenserende maatregelen. Binnen de discipline "Fauna, flora en biodiversiteit" wordt ook een passende beoordeling uitgevoerd voor de aanleg van de kabels daar zij gevolgen kunnen hebben voor de aangeduide Speciale Beschermingszones en de Speciale zones voor Natuurbehoud.

### Hoofdstuk 5:

- Geeft de mogelijke cumulatieve effecten weer ten gevolge van de aanleg van verschillende windturbineparken (C-Power, Eldepasco, Belwind).

### Hoofdstuk 6:

- Geeft een beschrijving van de te verwachten grensoverschrijdende effecten in het kader van het ESPOO-verdrag.

### Hoofdstuk 7:

- Geeft een eindsynthese van de milieueffecten en voorgestelde milderende en/of compenserende maatregelen per discipline en per fase.

### Hoofdstuk 8:

- Geeft de lijst van geraadpleegde literatuur.



## LIJST MET AFKORTINGEN

AC	Alternating Current (wisselstroom)
AIS	Automatic Information System
AMDK	Agentschap voor Maritieme Dienstverlening & Kust
AWZ	Administratie Waterwegen en Zeewezen (nu: AMDK)
BCP	Belgisch Continentaal Plat
BDNZ	Belgische Deel van de Noordzee
BEEZ	Belgische Exclusieve Economische Zone
BMM	Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee
ca.	circa
CTR	Control Terminal Region
Cu	koper
dBm	Eenheid van vermogen, in een logaritmische schaal.
dBW	Eenheid van vermogen, in een logaritmische schaal.
DGPS	Systeem van positiebepaling met behulp van lage frequenties
d.m.v.	door middel van
DVZ	Dienst voor Zeevisserij (nu: ILVO)
EcoQ	graadmeter voor de ecologische kwaliteit van het mariene milieu
e.d.	en dergelijke
EEZ	Exclusieve Economische Zone
etc.	etcetera
EAC	Ecotoxicological Assessment Criteria
EG	Europese Gemeenschap
EIA	Environmental Impact Assessment
ESAS	European Seabirds at Sea
Eldepasco O&M	Eldepasco afdeling Operations and Maintenance
FIR	Flight Information Region: aëronautische werkgebied
FTR	Federaal Technisch Reglement
GPS	Global Position System
GT	Gigaton
GVB	Gemeenschappelijk Visserij Beleid
GVS	Groot Vlootsegment
HFO	Heavy fuel oil: zware stookolie
Hz	Hertz
IC	Inhibition concentration
LC	lethal concentration
LCm	mediaan LC 50
ILVO	Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek

INBO	Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek
KB	Koninklijk Besluit
kV	Kilo Volt
KVS	Kleine Vlootsegment
kW	kilowatt
LNG	Liquified Natural Gas
m.b.t.	met betrekking tot
m.e.r.	Milieueffectrapportage
MEB	Milieueffectenbedoordeling
MER	Milieueffectenrapport
MW	Megawatt
NCP	Nederlands Continentaal Plat
NEEZ	Nederlandse Exclusieve Economische Zone
Ng	nanogram
NO	Noordoosten
NW	Noordwesten
O&M - WTL	Eldepasco O&M en de service afdeling van de windturbineleverancier
OBO	Ore/bunker/oil schip
OWD	olie-water dispersie
POD	Porpoise Detectors
Ppt	parts per thousand
RDF	Radio Direction Finder
RF	Radio Frequentie systemen
RoRo	Roll on/Roll off schepen
SBZ	Speciale Beschermingszone
SBZ-H	Speciale Beschermingszone (Habitatrichtlijn)
SBZ-V	Speciale Beschermingszone (Vogelrichtlijn)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SEA	Strategic Environmental Assessment
SEA-ME-WE3	Afkorting voor de telecommunicatiekabel ten noorden van de Bank Zonder Naam
SRK	Schelde Radar Keten
t.h.v.	ter hoogte van
t.o.v.	ten opzichte van
TBT	tributyltin
THV	Tijdelijke Handelsvennootschap
TP	Transformatorplatform
UPS	Uninterruptible Power Supply (=noodstroomvoeding)
VG & M-manager	Veiligheids-, gezondheids- en milieumanager

VHF	Very High Frequency en Ultra High Frequency
VOC	Vluchtige Organische Componenten
VONOI	Verkeersonderzoek Noordzee Visuele Identificatie
VTs	Vessel Traffic Services
VTs-SM	Vessel Traffic Services voor Schelde en monding
VTs-VK	Vessel Traffic Services voor Vlaamse Kust
WAF	water-geacomodeerde fracties
WT	Windturbine
XLPE	Cross-linked polyethylene
ZO	Zuidoosten
ZW	Zuidwesten
ZZW	Zuid-zuidwesten



## LIJST MET VERKLARENDE WOORDEN

AIS	Automatic Information System, een datacommunicatie systeem voor de scheepvaart, waarbij op één van de marifone kanalen, digitale informatie doorgestuurd wordt omtrent de identiteit en de lading van het schip. Voor correcte ontvangst van de gegevens dient de gecodeerde digitale informatie aan bepaalde timing vereisten te voldoen, in casu de "delay spread"
Benthos	bodemorganismen
Concessie zone sensu stricto	de domeinconcessie exclusief de veiligheidszone
CTR	Control Terminal Region: gebruikelijke term voor een plaatselijke luchtverkeersleidingsgebied
- 3 dB	Deze waarde geeft aan dat nog slechts de helft van het vermogen beschikbaar is. Bij een radarbundelbreedte, wordt deze waarde gebruikt om de "openingshoek" van de radarbundel aan te geven, waarbij dus de helft van het vermogen beschikbaar is tov. de hoeveelheid vermogen in de directe hoofdrichting van de radarbundel.
dBm	Eenheid van vermogen, in een logaritmische schaal. 0 dBm is precies gelijk aan een vermogen van 1 milliWatt.
dBW	Eenheid van vermogen, in een logaritmische schaal. 0 dBW is precies gelijk aan een vermogen van 1 Watt (en ook gelijk aan 30 dBm).
Delay Spread	Het verschil in tijd (door verschillende transmissiepaden) van de binnenkomende digitale informatie (pulsen), die al of niet als één of verschillende pulsen (of bits) zullen geïnterpreteerd worden.
Demersale vissen	vissen die op of in de nabijheid van de bodem leven en efficiënt met een boomkor bemonsterd kunnen worden; zoals tong, tarbot, schol
DGPS	Systeem van positiebepaling met behulp van lage frequenties
Endofauna	organismen die in de bodem leven
Epibenthos	organismen die op de bodem leven en efficiënt met een boomkor bemonsterd kunnen worden; zoals zeesterren, krabben, kreeften
Epifauna	organismen die op de bodem leven
Foulinggemeenschap	Gemeenschap die bovenop een bepaalde structuur groeit
IC	Inhibition concentration: concentratie waarbij er inhibitie is van een proces (b.v. groei) van een organisme
LC	lethal concentration: concentratie waarbij een bepaald percentage van de organismen sterven
LC 50	concentratie waarbij 50 % van de organismen sterven
LCm	mediaan LC 50
Macrobenthos	organismen die in het sediment leven en groter zijn dan 1 mm; zoals de borstelwormen, kreeftachtigen, tweekleppigen. Synoniemen zijn macro-infauna, macro-endobenthos
Maricultuur	de kweek van commerciële vissen, schaal- of schelpdieren in zoute wateren
Oorspronkelijk concessiegebied	Concessiegebied gelegen op de Bank Zonder Naam; bestaande uit 48 (3 MW) of 24 (6 MW) turbines

Pelagische vissen	dicht bij het wateroppervlak zwemmende vissen
SRK	Schelde Radar Keten, de Vlaams-Nederlandse instantie die instaat voor het beheer van en toezicht op het scheepvaartverkeer in de Noordzee
Tripode	Driepootfundering
Uitbreiding (domeinconcessie)	Een uitbreiding van de bestaande domeinconcessie in noordelijke richting waardoor het totaal vermogen (216 MW) gelijk blijft als in de toegekende domeinconcessie (15/05/2006) en waarbij afhankelijk van het turbinevermogen geopteerd wordt voor 72 (3 MW) of 36 (6 MW) turbines
Uitgebreid concessiegebied	Concessiegebied gelegen op de Bank Zonder Naam (= oorspronkelijk concessiegebied) met uitbreiding in noordelijke richting; bestaande uit 72 (3 MW) of 36 (6 MW) turbines
UHF	Very High Frequency en Ultra High Frequency, geven de frequentiebanden aan van radio communicatie. Voor de marifone systemen wordt VHF gebruikt tussen 150 MHz en 165 MHz
VHF	
Windconcessie zone	de afgebakende zone voor de ontwikkeling van windenergie volgens het KB 17/05/2004
Wijziging (domeinconcessie)	Een wijziging van de bestaande domeinconcessie gelegen op de Bank Zonder Naam (= oorspronkelijk concessiegebied) waardoor het totaal vermogen gereduceerd wordt tot 144 MW t.o.v. de toegekende domeinconcessie (15/05/2006) en waarbij afhankelijk van het turbinevermogen geopteerd wordt voor 48 (3 MW) of 24 (6 MW) turbines



## LIJST MET FIGUREN

Figuur 1.1.1: Schematisch overzicht van de procedure tot het bekomen van een vergunning/machtiging (BMM, 2006).....	4
Figuur 1.2.1: Motivatie van de locatiekeuze .....	7
Figuur 1.2.2: Ruimtelijke situering van het project .....	7
Figuur 1.3.1: Natuurgebieden in de Belgische mariene wateren .....	11
Figuur 2.3.1: Illustraties monopaal fundering .....	32
Figuur 2.3.2: Dwarsdoorsnede monopaal fundering Eldepasco .....	32
Figuur 2.3.3: Voorbeeld jacketstructuur fundering .....	32
Figuur 2.3.4: Dwarsdoorsnede graviteitsfundering Eldepasco .....	33
Figuur 2.3.5: Dwarsdoorsnede van XLPE-type kabel.....	34
Figuur 2.3.6: Kabeltracé met aansluiting op het onderstation Zeebrugge.....	35
Figuur 2.3.7: ELIA-transmissienet .....	35
Figuur 2.3.8: Netaansluiting – optie onderstation Zeebrugge .....	35
Figuur 2.5.1: Leggen van zeekabels.....	46
Figuur 2.5.2: Het access systeem gebruikt door GE op Arklow bank.....	50
Figuur 3.2.1: Voorstelling van de configuratie van het ELDEPASCO windturbinepark (6 MW) .....	58
Figuur 3.2.2: Voorstelling van de configuratie van het ELDEPASCO windturbinepark (3 MW) .....	58
Figuur 4.1.1: Ligging Bank Zonder Naam .....	63
Figuur 4.1.2: Ontstaan van een getijdezandbank (Pannekoek <i>et al.</i> , 1984).....	63
Figuur 4.1.3: Overzichtskaart Vlaamse Banken – Kustbanken – Zeelandbanken .....	64
Figuur 4.1.4: Gemiddeld sedimenttransport Thorntonbank voor het jaar 1999, zonder meteorologische omstandigheden (BMM, 2006b) .....	65
Figuur 4.1.5: Afgedekt patroon van de paleogene offshore seismisch-stratigrafische eenheden (De Batist & Henriët, 1995) – Gearceerde zones zijn bedekt door quartaire afzettingen met een dikte < 2.5 m. ZF : Zelzate Formatie, MF Maldegem Formatie, AF Aalter Formatie, VM Lid van Vlierzele, MPM Lid van Merelbeke en Pittem, EM Lid van Egem, KM Lid van Kortemark, KF Kortrijk Formatie.....	66
Figuur 4.1.6: Afgedekt patroon van de paleogene offshore en onshore seismisch-stratigrafische eenheden (De Batist & Henriët, 1995) .....	66
Figuur 4.1.7: Morfologische kenmerken aan de basis van het Quartair Dek (Liu, 1990; Liu <i>et al.</i> , 1992).....	66

Figuur 4.2.1: Ligging van modelpunten t.h.v. de Bank Zonder Naam (BMM, 2007a).....	83
Figuur 4.2.2: Frequentiedistributie van stroomsnelheden t.h.v. de Bank Zonder Naam (BMM, 2007a) ....	83
Figuur 4.2.3: Frequentiedistributie van richtingen waaruit de stroming komt t.h.v. de Bank Zonder Naam (BMM, 2007a).....	83
Figuur 4.3.1: Gemiddelde temperatuur in Ukkel (België) voor de periode 1883 – 2007.....	92
Figuur 4.3.2: Gemiddelde neerslag in Ukkel (België) voor de periode 1883 – 2007.....	92
Figuur 4.3.3: Situering van de meetpalen (MER offshore windturbinepark Thorntonbank) .....	93
Figuur 4.3.4: Windroos met de gemiddelde frequentie van voorkomen van de windrichting (in %) in het meteostation van Cadzand, voor de periode maart 1991 tot mei 1998 (Bron 3E) .....	93
Figuur 4.3.5: Windroos met de gemiddelde frequentie van voorkomen van de windrichting (in %) voor MOW7, Westhinder, op 33 km van de kust, voor de periode maart 1994 tot september 2001 (Bron 3E).....	93
Figuur 4.3.6: Windroos van de Nederlandse observatiepost op de Vlake van de Raan, 16 km van de kust, voor de periode november 1988-mei 1998 (Bron 3E) .....	93
Figuur 4.3.7: Frequentiedistributie van de windsnelheid voor MOW 7 (Bron 3E).....	93
Figuur 4.3.8: Gemiddelde maandelijkse windsnelheid gemeten in het meteostation in Cadzand .....	94
Figuur 4.3.9: Gemiddelde maandelijkse windsnelheid gemeten op Westhinder (MOW7) .....	94
Figuur 4.3.10: Effect van een 6 MW windturbine op de lokale windsnelheid achter de windturbine .....	96
Figuur 4.3.11: Cumulatief effect van verschillende windturbines op één rij achter elkaar (met een windrichting parallel aan de windturbines) .....	97
Figuur 4.5.1 : Natuurlijke en menselijke geluidsbronnen van het omgevingsgeluid onder water .....	113
Figuur 4.5.2: Onderwater geluidsniveau opgemeten tijdens heideactiviteit Duitsland (Thomson et al, 2006) .....	115
Figuur 4.5.3 : Het specifieke geluid onderwater van twee windturbines op twee verschillende afstanden .....	119
Figuur 4.5.4: Transmissieverlies berekend met 3 verschillende modellen: volgens Thiele, volgens een cilindrische spreiding en volgens een sferische spreiding) .....	122
Figuur 4.5.5: Geluidscontouren van het specifieke geluid van het "Eldepasco" windturbinepark met 24 windturbines van 6 MW windturbines boven water berekend met het IMMI 6.3 overdrachtsmodel.	124
Figuur 4.5.6: Geluidscontouren van het specifieke geluid van het "Eldepasco" windturbinepark met 48 windturbines van 3 MW windturbines boven water berekend met het IMMI 6.3 overdrachtsmodel.	124
Figuur 4.5.7: Geluidscontouren van het specifieke geluid van het "Eldepasco" windturbinepark met 36 windturbines van 6 MW windturbines boven water berekend met het IMMI 6.3 overdrachtsmodel.	124

Figuur 4.5.8: Geluidscontouren van het specifieke geluid van het "Eldepasco" windturbinepark met 72 windturbines van 3 MW windturbines boven water berekend met het IMMI 6.3 overdrachtsmodel.	124
Figuur 4.5.9 : Zone, waarin het geluid propageert, die ontstaat door enerzijds de windgradiënt en anderzijds het akoestisch harde zeeoppervlak.....	124
Figuur 4.5.10 : Spectra van het golfgeluid en van het windturbinegeluid in de meest kritische situatie ter hoogte van de waarnemer .....	126
Figuur 4.6.1: Positie van de stations op de Thorntonbank (WTA = westelijke concessiegebied, WTB = oostelijke concessiegebied; WTC = randzones; WTR: referentiegebied) (De Maerschalck <i>et al.</i> , 2006) .....	132
Figuur 4.6.2: Positie van de visslepen in het westelijk (WTA) en oostelijk (WTB) concessiegebied en in de randzones (WTC) op de Thorntonbank (De Maerschalck <i>et al.</i> , 2006) .....	132
Figuur 4.6.3: Biologische en ecologische waarde Bank Zonder Naam (Deraus <i>et al.</i> , 2007) .....	137
Figuur 4.6.4: Grafische weergave van de ruimtelijke verspreiding van de gemiddelde densiteit in 2005 voor het epibenthos (De Maerschalck <i>et al.</i> , 2006) .....	138
Figuur 4.6.5: Grafische weergave van de ruimtelijke verspreiding van de gemiddelde soortenrijkdom in 2005 voor het epibenthos (De Maerschalck <i>et al.</i> , 2006) .....	138
Figuur 4.6.6: Densiteit, soortenrijkdom en biomassa van het epibenthos op de Thorntonbank (De Maerschalck <i>et al.</i> , 2006) .....	138
Figuur 4.6.7: Grafische weergave van de ruimtelijke verspreiding van de gemiddelde densiteit in 2005 voor de demersale visfauna (De Maerschalck <i>et al.</i> , 2006) .....	140
Figuur 4.6.8: Grafische weergave van de ruimtelijke verspreiding van de gemiddelde soortenrijkdom in 2005 voor de demersale visfauna (De Maerschalck <i>et al.</i> , 2006) .....	140
Figuur 4.6.9: Kaart van het BDNZ met aanduiding van de posities waar tellingen werden uitgevoerd door het INBO (Vanermen <i>et al.</i> , 2006).....	169
Figuur 4.6.10: Relatief belang van zestien soorten zeevogels in verschillende deelgebieden van het BDNZ gedurende de winter (Vanermen <i>et al.</i> , 2006).....	172
Figuur 4.6.11: Relatief belang van zestien soorten zeevogels in verschillende deelgebieden van het BDNZ gedurende het voorjaar (Vanermen <i>et al.</i> , 2006).....	172
Figuur 4.6.12: Relatief belang van zestien soorten zeevogels in verschillende deelgebieden van het BDNZ gedurende het najaar (Vanermen <i>et al.</i> , 2006) .....	172
Figuur 4.6.13: Verspreiding van Jan van Gent op het BDNZ tijdens het najaar; de 6x6km <sup>2</sup> -hokken zijn ingekleurd volgens de gemiddelde dichtheid (n/km <sup>2</sup> ) (Vanermen <i>et al.</i> , 2006) .....	172
Figuur 4.6.14: Waarnemingen in 2005 van Jan van Gent in en rond het windparkgebied van C-Power (Vanermen <i>et al.</i> , 2006) .....	172
Figuur 4.6.15: Verspreiding van Grote Jager op het BDNZ tijdens het najaar; de 6x6km <sup>2</sup> -hokken zijn ingekleurd volgens het aantal waargenomen individuen per gevaren kilometer (n/km) (Vanermen <i>et al.</i> , 2006) .....	173

Figuur 4.6.16: Verspreiding van Dwergmeeuw op het BDNZ gedurende het najaar; de 6x6km <sup>2</sup> -hokken zijn ingekleurd volgens aantal waargenomen, vogels per gevaren kilometer (n/km) (Vanermen <i>et al.</i> , 2006) .....	173
Figuur 4.6.17: Verspreiding van Stormmeeuw in de winter (Stienen & Kuijken, 2003) .....	173
Figuur 4.6.18: Verspreiding van Kleine Mantelmeeuw op het BDNZ gedurende het voorjaar. De 6x6km <sup>2</sup> -hokken zijn ingekleurd volgens de gemiddelde dichtheid (n/km <sup>2</sup> ) (Vanermen <i>et al.</i> , 2006) .....	174
Figuur 4.6.19: Waarnemingen in 2005 van Kleine Mantelmeeuw in en rond het windparkgebied van C-Power (Vanermen <i>et al.</i> , 2006) .....	174
Figuur 4.6.20: Waarnemingen in 2005 van Grote Mantelmeeuw in en rond het windparkgebied van C-Power (Vanermen <i>et al.</i> , 2006) .....	174
Figuur 4.6.21: Verspreiding van Drieteenmeeuw tijdens de winter. De 6x6km <sup>2</sup> -hokken zijn ingekleurd volgens gemiddelde dichtheid (n/km <sup>2</sup> ) (Vanermen <i>et al.</i> , 2006) .....	175
Figuur 4.6.22: Verspreiding van Drieteenmeeuw tijdens het najaar. De 6x6km <sup>2</sup> -hokken zijn ingekleurd volgens gemiddelde dichtheid (n/km <sup>2</sup> ) (Vanermen <i>et al.</i> , 2006) .....	175
Figuur 4.6.23: Verspreiding van Grote Stern op het BDNZ gedurende het broedseizoen (mei-juni); de 6x6km <sup>2</sup> -hokken zijn ingekleurd volgens het aantal waargenomen individuen per gevaren kilometer (n/km) (Vanermen <i>et al.</i> , 2006) .....	175
Figuur 4.6.24: Verspreiding van Grote Stern op het BDNZ gedurende de najaarstrek (augustus). De 6x6km <sup>2</sup> -hokken zijn ingekleurd volgens het aantal waargenomen individuen per gevaren kilometer (n/km) (Vanermen <i>et al.</i> , 2006) .....	175
Figuur 4.6.25: Verspreiding van Visdief op het BDNZ gedurende het broedseizoen (mei-juni); de 6x6km <sup>2</sup> -hokken zijn ingekleurd volgens het aantal waargenomen individuen per gevaren kilometer (n/km) (Vanermen <i>et al.</i> , 2006) .....	175
Figuur 4.6.26: Verspreiding van Visdief op het BDNZ gedurende de najaarstrek (augustus); de 6x6km <sup>2</sup> -hokken zijn ingekleurd volgens het aantal waargenomen individuen per gevaren kilometer (n/km) (Vanermen <i>et al.</i> , 2006) .....	176
Figuur 4.6.27: Waarnemingen in 2005 van Zeekoet in en rond het windparkgebied van C-Power (Vanermen <i>et al.</i> , 2006) .....	176
Figuur 4.6.28: Waarnemingen in 2005 van Alk in en rond het windparkgebied van C-Power (Vanermen <i>et al.</i> , 2006) .....	176
Figuur 4.6.29: Verspreiding van Noordse Stormvogel in de winter (Stienen & Kuijken, 2003) .....	177
Figuur 4.6.30: Verspreiding van de groep van steltlopers op het BDNZ gedurende de najaarstrek (augustus); de 6x6km <sup>2</sup> -hokken zijn ingekleurd volgens het aantal waargenomen individuen per gevaren kilometer (n/km) (Vanermen <i>et al.</i> , 2006) .....	179
Figuur 4.6.31: Verspreiding en aantallen van zeezoogdieren in de Belgische mariene wateren, gebaseerd op alle INBO-waarnemingen van zeezoogdieren in de Belgische mariene wateren vanaf 1992 tot en met 2005 (naar Courtens <i>et al.</i> , 2006). .....	193

Figuur 4.6.32: Waarnemingen van groepjes Bruinvissen tussen 1995 en 2007 (tot en met juni), zoals aanwezig in het databestand van de BMM (excl. de waarnemingen van Bruinvissen gerapporteerd door het INBO) (naar Depestele <i>et al.</i> , 2008).....	193
Figuur 4.6.33: Dichtheden van Bruinvis op het BDNZ in de periode 1992-2005 (links) en in de periode 2003-2005 (rechts). In de paarsgekleurde hokken werd minder dan 10 km <sup>2</sup> geteld; deze worden als onbetrouwbaar beschouwd (naar Depestele <i>et al.</i> , 2008). ....	193
Figuur 4.6.34: Beschermde gebieden relevant voor passende beoordeling .....	204
Figuur 4.7.1: Signalisatie windturbines bij dag .....	216
Figuur 4.7.2: Signalisatie windturbines bij nacht .....	216
Figuur 4.7.3: Wrakken t.h.v. de Zeelandbanken.....	217
Figuur 4.7.4: Wrakken t.h.v. de haven van Zeebrugge .....	217
Figuur 4.8.1: Kaart van de verschillende gebruikers van het BDNZ.....	219
Figuur 4.8.2: Evolutie besomming en bedrijfsresultaat per zeedag .....	224
Figuur 4.8.3: Pijpleidingen en telecommunicatiekabels .....	227
Figuur 4.8.4: Natuurgebieden in de Belgische mariene gebieden .....	234
Figuur 4.9.1: Geografische distributie van de belangrijkste scheepvaartbewegingen (per km <sup>2</sup> ) in het BDNZ .....	239
Figuur 4.9.2: Overzicht van de inplanting van de radars van de Schelderadarketen.....	247
Figuur 4.9.3: Overzicht van het bereik van de radars van de Schelderadarketen .....	247
Figuur 4.9.4: Overzicht van geobserveerde olievlekken door het Belgische toezichtsvliegtuig in de Noordzee (1998-2003) (BMM, 2005a).....	250
Figuur 4.9.5: Oppervlakte van de olievlek in functie van de tijd voor de simulatie hyd17_w2 (wind aan 17 m/s vanuit NNO bij springtij met 3% frictiecoëfficiënt) .....	256
Figuur 4.9.6: Navigatiekaart met scheidingslijnen van het beheer voor de luchtvaart (vertrek) .....	265
Figuur 4.9.7: Navigatiekaart met scheidingslijnen van het beheer voor de luchtvaart (aankomst) .....	265
Figuur 5.3.1: Geluidscontouren van het specifieke geluid van de 3 windturbineparken samen, met name Eldepasco (worst case: 72 x 3 MW), C-Power (60 x 5 MW) en Belwind (66 x 5 MW) boven water berekend met het IMMI 6.3 overdrachtsmodel. ....	276
Figuur 5.3.2: Ingezoomd zicht vanaf Knokke met een beeldhoek van 5° .....	288
Figuur 5.3.3: Zicht vanaf de vaargeul richting windturbineparken met een zichtbaarheid van 20 km (beeldhoek 35°).....	288
Figuur 5.3.4: Zicht vanaf Knokke richting windturbineparken met een zichtbaarheid van 40 km (beeldhoek 35°).....	288

Figuur 5.3.5: Zicht vanaf de vaargeul richting windturbineparken met een zichtbaarheid van 40 km (beeldhoek 35°).....	288
Figuur 5.3.6: Schematische weergave van de mogelijke gebieden met dode zones .....	295
Figuur 6.1.1: Gebieden met bijzondere ecologische waarden op het NCP (Lindeboom <i>et al.</i> , 2005).....	299
Figuur 6.1.2: Gebruikers op het NCP ( <a href="http://www.noordzeeloket.nl">www.noordzeeloket.nl</a> ).....	299

## LIJST MET TABELLEN

Tabel 2.3.1: Basisparameters ELDEPASCO windturbinepark .....	21
Tabel 2.3.2: Overzicht van mogelijke windturbines .....	23
Tabel 2.5.1: Organigram Eldepasco .....	47
Tabel 2.5.2: Parameters van het monitoring- en besturingssysteem.....	49
Tabel 3.4.1: Alternatieven windturbines MER.....	59
Tabel 4.1.1: Maximale waarden sedimentkwaliteit (BMM, 2007b) en sedimentkwaliteitscriteria (Osparcom, 1998) .....	67
Tabel 4.1.2 Gegevens zandbalans en stockage-oppervlakten voor het oorspronkelijke domein, scenario 3 MW-windturbines .....	70
Tabel 4.1.3 Gegevens zandbalans en stockage-oppervlakten voor het oorspronkelijke domein, scenario 6 MW-windturbines .....	71
Tabel 4.1.4 Gegevens zandbalans en stockage-oppervlakten voor het uitgebreide domein, scenario 3 MW-windturbines.....	74
Tabel 4.1.5 Gegevens zandbalans en stockage-oppervlakten voor het uitgebreide domein, scenario 6 MW-windturbines.....	74
Tabel 4.3.1: Windsnelheid (gemiddelde van de jaargemiddelden) (Bron 3E).....	93
Tabel 4.3.2: Windsnelheid op open zee (>10 km van de kust) voor 5 standaard hoogtes (Bron: RISØ in Söker <i>et al</i> , 2000) .....	94
Tabel 4.3.3: Verwachte uitstoot aan CO <sub>2</sub> (in Giga ton) (bron: Mira S 2000, IPCC 2001).....	95
Tabel 4.4.1: Actuele luchtkwaliteit voor SO <sub>2</sub> (VMM, 2006).....	99
Tabel 4.4.2: Actuele luchtkwaliteit voor NO <sub>x</sub> (VMM, 2006) .....	100
Tabel 4.4.3: Actuele luchtkwaliteit voor PM10 (VMM, 2006) .....	100
Tabel 4.4.4: Actuele luchtkwaliteit voor CO op 6 locaties in Vlaanderen in 2005 (VMM, 2006).....	101
Tabel 4.4.5: Aantal transporten i.f.v. funderingstype – scenario 3MW turbine oorspronkelijke concessiegebied.....	103
Tabel 4.4.6: Aantal transporten i.f.v. funderingstype – scenario 3MW turbine uitgebreide concessiegebied .....	104
Tabel 4.4.7: Aantal transporten i.f.v. funderingstype – scenario 6MW turbine oorspronkelijke concessiegebied.....	104
Tabel 4.4.8: Aantal transporten i.f.v. funderingstype – scenario 6MW turbine uitgebreide concessiegebied .....	105

Tabel 4.4.9: Inschatting luchtemissies door transporten i.f.v. funderingstype, scenario en concessiegebied (ton) .....	106
Tabel 4.4.10: Emissiefactoren voor klassieke elektriciteitsproductie in België .....	107
Tabel 4.4.11: Vermeden emissies (ton/jaar) als gevolg van de werking van het windturbinepark.....	107
Tabel 4.4.12: Energieconsumptie per V90-3,0 MW windturbine (Vestas, 2005) .....	108
Tabel 4.4.13: Atmosferische emissies per geproduceerde KWh (Vestas, 2005) .....	108
Tabel 4.4.14: Emissiebalans windturbinepark (ton/jaar) .....	108
Tabel 4.5.1: Berekende afstanden (ISO9613) in meter overeenkomend met verschillende geluidsniveaus voor twee verschillende types heitoestellen .....	117
Tabel 4.5.2: Bronvermogens in functie van de windsnelheid aangeleverd door opdrachtgever .....	121
Tabel 4.5.3 : Het geluidsspectrum en het geluidsvermogeniveau LW van een 5 MW of een 7 MW voor een ashoogte van gemiddeld 100 m boven de wateroppervlakte.....	121
Tabel 4.5.4 : Vermogen van een stil type transformator .....	122
Tabel 4.5.5: Berekend specifiek geluid boven water van een windturbinepark met 3 MW of 6 MW turbines, in een matig belastende situatie (volgens het overdrachtsmodel IMMI) .....	123
Tabel 4.5.6 : Berekend specifieke geluid van het windturbinepark boven water, in de meest kritische situatie .....	125
Tabel 4.5.7 : vergelijking van het geluidsniveau ter hoogte van de woningen met de referentiesituaties met een windturbinepark met 5-7 MW turbines .....	127
Tabel 4.6.1: Type I macrobenthische gemeenschappen van het BDNZ (naar Van Hoey <i>et al.</i> , 2004, Degraer <i>et al.</i> (2008)) .....	136
Tabel 4.6.2: Overzicht biologische parameters van epibenthos op de Thorntonbank (naar De Maerschalck <i>et al.</i> , 2006) .....	139
Tabel 4.6.3: Direct biotoopverlies (oorspronkelijke concessiegebied).....	143
Tabel 4.6.4: Direct biotoopverlies (uitgebreide concessiegebied) .....	143
Tabel 4.6.5: Totaal biotoopverlies (m <sup>2</sup> ) per funderingstype (oorspronkelijke concessiegebied) .....	145
Tabel 4.6.6: Totaal biotoopverlies (m <sup>2</sup> ) per funderingstype (oorspronkelijke concessiegebied) .....	145
Tabel 4.6.7: Biomassaberekeningen (naar De Maerschalck <i>et al.</i> , 2006) .....	146
Tabel 4.6.8: Totaal biomassaverlies (kg) (oorspronkelijke concessiegebied) .....	147
Tabel 4.6.9: Totaal biomassaverlies (kg) (uitgebreide concessiegebied) .....	147
Tabel 4.6.10: Ranges waarbij bepaalde organismen vermijdingsgedrag vertonen ten gevolge van heideactiviteiten (naar Nedwell <i>et al.</i> , 2003).....	150
Tabel 4.6.11: Oppervlakte hard substraat per turbine .....	153



Tabel 4.6.12: Beschikbaar hard substraat voor kolonisatie (oorspronkelijke concessiegebied) .....	153
Tabel 4.6.13: Beschikbaar hard substraat voor kolonisatie (uitgebreide concessiegebied).....	154
Tabel 4.6.14: Dominante zeevogels van zuidelijke Noordzee (Stienen & Kuijken, 2003) .....	169
Tabel 4.6.15: Overzicht van de scores van verstorings- en aanvaringsgevoeligheid van zeevogels op basis van Vanermen <i>et al.</i> (2006) (1 = weinig gevoelig, 2 = matig gevoelig, 3 = gevoelig, 4 = zeer gevoelig), en met aanduiding van de totale gevoeligheidsscore per soort die varieert van 8 = zeer gevoelig tot 2 = weinig gevoelig).....	182
Tabel 4.6.16: Berekende aanvaringsrisicofactor bij verschillende turbinegroottes (Scira, 2006).....	183
Tabel 4.6.17: Aantal en hoger dan 25 meter vliegende vogels waargenomen op het BDNZ in 2005 (Vanermen <i>et al.</i> , 2006) .....	184
Tabel 4.6.18: Vermijdingspercentages zeevogels (vetgedruk = beschikbare getallen; niet vetgedrukt = extrapolaties) (Grontmij, 2006b) .....	186
Tabel 4.6.19: Effecten op zeezoogdieren tijdens de constructiefase bij de verschillende types funderingen en windturbinegroottes (significant positief (++), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--)). .....	198
Tabel 4.6.20: Effecten op zeezoogdieren tijdens de exploitatiefase bij de verschillende types funderingen en windturbinegroottes (significant positief (++), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--)). .....	200
Tabel 4.6.21: Aanduiding van de maanden waarin een soort de hoogste dichtheden bereikt in de Belgische zeegebieden .....	208
Tabel 4.6.22: Voorkomende vogelsoorten in de relevante beschermde mariene gebieden .....	209
Tabel 4.7.1: Relictzone, ankerplaats en puntrelicten langs de kustlijn.....	212
Tabel 4.8.1: Tendensen in belang verschillende vissoorten en hun visprijs (Tessens & Velghe, 2005) ..	222
Tabel 4.9.1: Scenario's en faalkansen voor risico-analyses (Senternovem, 2005 in SGS, 2007) .....	236
Tabel 4.9.2: Maximale werpafstand (in m) van afbrekende bladen bij driebladige windturbines tijdens een overtoeren-situatie (kustlocatie).....	237
Tabel 4.9.3: Overzicht van het verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen in een situatie met en zonder sleepboot voor het windturbinepark op de Bank Zonder Naam.....	242
Tabel 4.9.4: Risico-inschatting (o.b.v. van verschillende methodologie) van aanvaringen van windturbines door een schip in andere MER's .....	242
Tabel 4.9.5: Overzicht van de verwachte hoeveelheid geloosde olie door een schip-turbine aanvaring voor de Bank Zonder Naam.....	244
Tabel 4.9.6: Afstand van SRK radarstations tot middelpunt off-shore windturbineparken.....	247
Tabel 4.9.7: Overzicht olie-accidenten in het BDNZ en aangrenzende wateren .....	252

Tabel 4.9.8: Oorzaken van accidentele olievervuiling in het BDNZ en aangrenzende wateren (RAMA-studie: Le Roy <i>et al.</i> , 2006) .....	252
Tabel 4.9.9: Accidentele olievervuiling (- en aandeel in %) veroorzaakt door tankers tussen 1974 en 2006, verdeeld in vervuiling o.b.v. aantal ton en in het soort activiteit (ITOPF, 2006).....	252
Tabel 4.9.10: Simulaties van tijdstip van aanspoeling aan de Belgische Kust (17m/s, NNW) .....	254
Tabel 4.9.11: Berekening van de directe verliezen in het "worst-case" scenario .....	256
Tabel 4.9.12: Kwetsbaarheidsindex van vogelsoorten in BDNZ (Vandenbroele <i>et al.</i> , 1997).....	257
Tabel 4.9.13: Impact van zware stookolie op het vogelbestand in open zee bij <i>worst-case</i> scenario (windsnelheid 17 m/s).....	257
Tabel 4.9.14: Vergelijking van de impact op de avifauna met incidenten uit het verleden (naar ICES, 2005) .....	258
Tabel 4.9.15: Ecotoxicologische gegevens voor verschillende olietypes (Lindgren & Lindblom, 2004) ...	263
Tabel 5.1.1: Parameters van de geplande windturbineparken in de Belgische mariene gebieden.....	268
Tabel 5.3.1: Overzicht cumulatieve uitgravingsvolumes en stockage-oppervlaktes bij gravitaire funderingen – oorspronkelijk concessiegebied Eldepasco .....	269
Tabel 5.3.2: Overzicht cumulatieve uitgravingsvolumes en stockage-oppervlaktes bij gravitaire funderingen – uitgebreide concessiegebied Eldepasco .....	269
Tabel 5.3.3: Vermeden emissies windturbineparken (ton/jaar) .....	274
Tabel 5.3.4: Bijdrage van de vermeden emissies tot de reductiedoelstellingen (%).....	274
Tabel 5.3.5: Cumulatief biotoopverlies .....	277
Tabel 5.3.6: Cumulatieve bijdrage introductie hard substraat .....	278
Tabel 5.3.7: Overzicht van het verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen in een situatie met en zonder sleepboot voor het windturbinepark op de Bank Zonder Naam, in aanwezigheid van de 2 andere windturbineparken .....	292
Tabel 5.3.8: Overzicht van het verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen in een situatie met en zonder sleepboot voor het totaal van de 3 windturbineparken .....	293
Tabel 5.3.9: Beschrijving van de kenmerken van de windturbineparken zoals gebruikt voor de bespreking van de cumulatieve effecten op radars en scheepscommunicatie .....	294
Tabel 7.1.1: Overzicht van de ingreep effect relaties voor de verschillende disciplines (oorspronkelijk concessiegebied). .....	302
Tabel 7.1.2: Overzicht van de ingreep effect relaties voor de verschillende disciplines (uitgebreide concessiegebied). .....	303
Tabel 7.2.1: Overzicht van de cumulatieve effect relaties voor de verschillende disciplines (oorspronkelijk concessiegebied) .....	304

Tabel 7.2.2: Overzicht van de cumulatieve effect relaties voor de verschillende disciplines (uitgebreide concessiegebied) .....	306
---	-----



## **LIJST MET BIJLAGEN**

Bijlage 1: Coördinaten van de hoekpunten van de concessie, de windmeetmasten en de turbines .....	21
Bijlage 2: Brochures windturbines .....	24
Bijlage 3: Illustraties van transport en oprichtingswerken van windturbines op zee .....	45
Bijlage 4 Technische eigenschappen en geluidsspectrum van een 3,6 MW windturbine .....	121
Bijlage 5: Risicoanalyse Eldepasco - Deelstudie DNV (2008) .....	239
Bijlage 6: Deelstudie Radar en scheepscommunicatie – Catrysse (2007) .....	246



# NIET-TECHNISCHE SAMENVATTING

## 1 DOEL EN VOorgenomen ACTIVITEIT

Eldepasco heeft het voornemen om op zee een offshore windturbinepark te bouwen op de Bank Zonder Naam. Met de realisatie van het windturbinepark wordt invulling gegeven aan de doelstellingen van de overheid ten aanzien van duurzame energie (6% tegen 2010; huidige voorstel 13% tegen 2020). Voordat met de bouw kan worden begonnen dient een milieuvergunning te worden aangevraagd. Ten behoeve van de besluitvorming over de aanvraag van de milieuvergunning wordt de procedure voor de milieueffectrapportage met bijhorende milieueffectenbeoordeling doorlopen.

Een milieueffectenrapport (MER) dient te worden opgesteld om de milieubelangen een volwaardige plaats te geven bij de vergunningverlening. Dit MER dient ter onderbouwing van de vergunningaanvraag en behandelt zowel de bouw, de exploitatie, de ontmanteling als de kabellegging voor zowel het scenario in het oorspronkelijke concessiegebied (procedure 'wijziging domeinconcessie') als in het uitgebreide concessiegebied (procedure 'uitbreiding domeinconcessie').

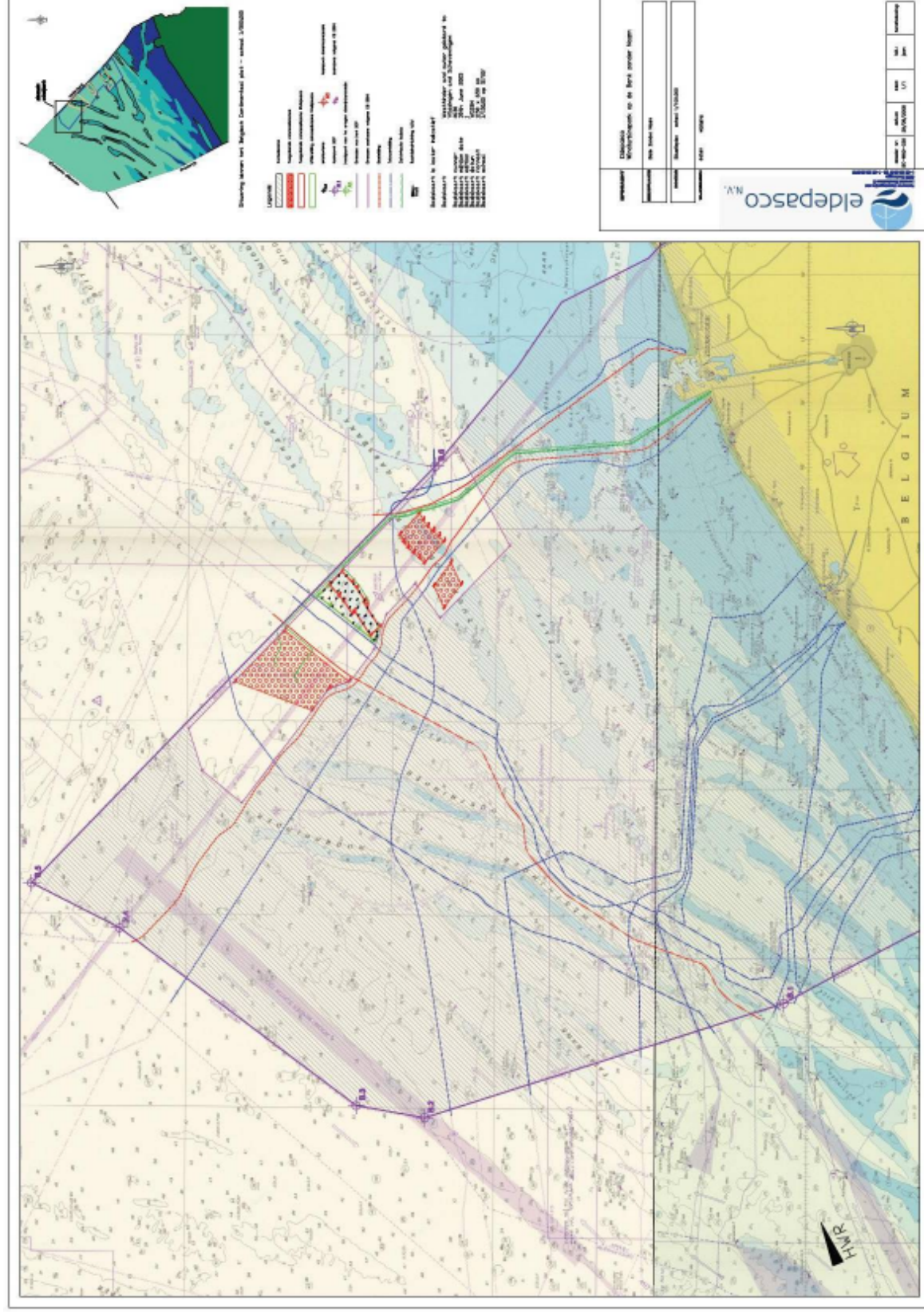
In deze MER zullen de milieueffecten van een 3 MW en een 6 MW turbine besproken worden doorheen alle hoofdstukken. De 3 MW (Vestas V90) en de 6 MW (REpower 6M) dienen als typevoorbeeld ter beschrijving van respectievelijk een "kleine" en een "grote" windturbine, om op die manier de volledige vermogensrange van 3 tot 7 MW te dekken. In zover de waarde van een bepaald effect afwijkt van de waarden van datzelfde milieueffect voor de 6 MW turbine, zal deze waarde voor een 7MW turbine vermeld worden per effect binnen een discipline.

Tenslotte zullen de cumulatieve effecten worden besproken van de drie actuele windenergieprojecten in de Belgische Noordzee.

## 2 PROJECTBESCHRIJVING

Het windturbinepark wordt gebouwd op een zandbank genaamd de "BANK ZONDER NAAM" gelegen op ca. 38 km van de Belgische kust (Figuur 1). Op 15 mei 2006 werd aan ELDEPASCO een domeinconcessie toegekend met een oppervlakte van ca. 9 km<sup>2</sup>. Op 29 augustus 2008 heeft ELDEPASCO een wijziging en uitbreiding van de domeinconcessie aangevraagd tot een totale oppervlakte van ca. 14,5 km<sup>2</sup>. Onderhavig MER behandelt zowel het project op het oorspronkelijke concessiegebied met een gezamenlijk geïnstalleerd vermogen van ca. 144 MW (met 24-48 windturbines) als het uitgebreide project (met 36-72 windturbines) met een gezamenlijk geïnstalleerd vermogen van ca. 216 MW; het individueel vermogen van de windturbines zal 3 tot 7 MW bedragen. Het windturbinepark zal jaarlijks een opbrengst van 450 GWh (oorspronkelijke concessiegebied) tot 670 GWh (uitgebreide concessiegebied) genereren, wat overeenkomt met ca. 0,5 – 0,7 % van het jaarlijks Belgische elektriciteitsverbruik (in 2006) en waarmee ca. 4,8 – 7,2 % van de Belgische doelstelling inzake hernieuwbare energieopwekking (13 % tegen 2020) wordt ingevuld. Tevens komt dit overeen met het gemiddelde jaarverbruik van 120.000 – 180.000 gezinnen. De opgewekte elektrische energie wordt via hoogspanningskabels gelegen onder de zeebodem naar een hoogspanningspost aan de kust (Zeebrugge) gebracht.

Eveneens wordt de nodige monitoring voor bewaking en besturing van het windturbinepark voorzien en de vereiste bebakening. Het windturbinepark zal in 2 jaar gebouwd worden en een levensduur van minimum 20 jaar hebben.



Figuur 1: Situering Eldepasco windturbinepark



In de onderstaande tabel worden de belangrijkste kenmerken weergegeven van het conceptontwerp voor het Eldepasco windturbinepark, voor zowel de oorspronkelijke als de uitgebreide concessiezone.

Onderwerp	Oorspronkelijke concessiezone	Uitgebreide concessiezone
<b>Windturbinepark</b>		
Situering	Bank Zonder Naam (BZN); buiten 12 mijlszone op 38 km	Uitbreiding van de oorspronkelijke concessiezone in noordelijke richting van de BZN tot op 250 m van de telecommunicatiekabel SEA-ME-WE3
Geïnstalleerd vermogen	ca. 144 MW	ca. 216 MW
Netto energieopbrengst	450 GWh/jaar	670 GWh/jaar
Aantal windturbines	48 * 3 MW of 24 * 6 MW	72 * 3 MW of 36 * 6 MW
Oppervlakte (excl. veiligheidszone)	Circa 9 km <sup>2</sup>	Circa 14,5 km <sup>2</sup>
Oppervlakte (incl. veiligheidszone 500m)	Circa 17,5 km <sup>2</sup>	Circa 23,7 km <sup>2</sup>
Waterdiepte	maximaal tot ca. 24 m (GLLWS)	maximaal tot ca. 32 m (GLLWS)
Gebruikstermijn	20 jaar	20 jaar
Parkinrichting	Inplanting (zie figuur)	Inplanting (zie figuur)
Bouwfases (2 jaar)	2011: x turbines + TFP+ bekabeling (zee, park)	2011: x turbines + TFP+ bekabeling (zee, park)
	2012: y turbines + resterende parkbekabeling	2012: y turbines + resterende parkbekabeling
<b>Windturbines</b>		
Inplanting	Zie figuren	Zie figuren
Vermogen	3-7 MW per turbine	3-7 MW per turbine
Ashoogte	Ca. 70-120 meter boven GLLWS	Ca. 70-120 meter boven GLLWS
Rotordiameter	90 – 140 meter	90 – 140 meter
Kleur/Verlichting	Conform IALA richtlijnen	Conform IALA richtlijnen
<b>Fundering windturbines</b>		
Ofwel monopaal	Palen (1 per windturbine) uit dikwandig staal worden ca. 40 m in de zeebodem geheid (naar verwachting toepasselijk voor windturbines met een vermogen van 3-4 MW).	Palen (1 per windturbine) uit dikwandig staal worden ca. 40 m in de zeebodem geheid (naar verwachting toepasselijk voor windturbines met een vermogen van 3-4 MW).
Ofwel multipode/jacketstructuur	≥ 3 (meestal 4) palen per windturbine uit dikwandig staal worden ca. 40 m in de zeebodem geheid. Daarop wordt een vakwerkstructuur in staal	≥ 3 (meestal 4) palen per windturbine uit dikwandig staal worden ca. 40 m in de zeebodem geheid. Daarop wordt een vakwerkstructuur in staal

	geplaatst (naar verwachting toepasselijk voor windturbines met een vermogen van 5 MW of meer).	geplaatst (naar verwachting toepasselijk voor windturbines met een vermogen van 5 MW of meer).
Ofwel graviteitsfundering	De fundering uit gewapend beton wordt geprefabriceerd op land en vanaf het schip of ponton neergelaten op de vooraf vlak gemaakte zeebodem (naar verwachting toepasselijk voor windturbines met een vermogen van 5 MW of meer).	De fundering uit gewapend beton wordt geprefabriceerd op land en vanaf het schip of ponton neergelaten op de vooraf vlak gemaakte zeebodem (naar verwachting toepasselijk voor windturbines met een vermogen van 5 MW of meer).
Voor alle funderingstypes	Rond de fundering wordt steeds een erosiebescherming aangebracht.	Rond de fundering wordt steeds een erosiebescherming aangebracht.
<b>Fundering meteomast en transformatorplatform</b>	Cfr hierboven	Cfr hierboven
<b>Kabeltracé</b>		
Parkkabels binnen het windturbinepark	Vermogenkabels 33 kV + datakabels Kabellengte: ca. 30 km Kabeltracé's: zie figuren Aanlegdiepte kabels: ca. 1m in de zeebodem	Vermogenkabels 33 kV + datakabels Kabellengte: ca. 45 km Kabeltracé's: zie figuren Aanlegdiepte kabels: ca. 1m in de zeebodem
Kabels naar land	Vermogenkabels 150 kV + datakabels Kabellengte op zee: ca. 42,8 km (aanlanding Zeebrugge) Kabellengte op land: ca. 2,1 km tot post L. Blondeellaan Kabeltracé's: zie figuren Aanlegdiepte kabels: ca. 2 m in de zeebodem; 1-2 m op land behoudens indien onder obstakels moet gegaan worden via gestuurde boring.	Vermogenkabels 150 kV + datakabels Kabellengte op zee: ca. 42,8 km (aanlanding Zeebrugge) Kabellengte op land: ca. 2,1 km tot post L. Blondeellaan Kabeltracé's: zie figuren Aanlegdiepte kabels: ca. 2 m in de zeebodem; 1-2 m op land behoudens indien onder obstakels moet gegaan worden via gestuurde boring.
<b>Veiligheidsafstanden</b>	Te respecteren afstanden tot Interconnector/Zeepipe-gasleiding (500 m) en telecom kabels (250 m);	Te respecteren afstanden tot Interconnector/Zeepipe-gasleiding (500 m) en telecom kabels (250 m);

### 3 ALTERNATIEVEN

Onderhavig MER behandelt zowel een wijziging als een uitbreiding van de bestaande domeinconcessie, als volgt gedefinieerd:

- Een wijziging van de bestaande domeinconcessie gelegen op de Bank Zonder Naam (= oorspronkelijk concessiegebied) waardoor het totaal vermogen gereduceerd wordt tot 144 MW

t.o.v. de toegekende domeinconcessie (15/05/2006) en waarbij afhankelijk van het turbinevermogen geopteerd wordt voor 48 (3 MW) of 24 (6 MW) turbines.

- Een uitbreiding van de bestaande domeinconcessie in noordelijke richting waardoor het totaal vermogen (216 MW) gelijk blijft als in de toegekende domeinconcessie (15/05/2006) en waarbij afhankelijk van het turbinevermogen geopteerd wordt voor 72 (3 MW) of 36 (6 MW) turbines.

De 'wijziging' en de 'uitbreiding' van de bestaande domeinconcessie alsook de alternatieven naar vermogen en naar type fundering moeten eerder gezien worden als mogelijke scenario's in plaats van alternatieven waarbij het niet de bedoeling is deze ten opzichte van elkaar af te wegen op vlak van milieueffecten.

## **NAAR LOCATIE**

Strikt genomen zijn er in het kader van de vergunningsaanvraag geen alternatieven voor locatie, maar kunnen volgende twee scenario's onderscheiden worden:

- Oorspronkelijke concessiegebied, volledig gelegen op de Bank Zonder Naam. Een domeinconcessie werd verkregen op 15/05/2006 voor het ontwikkelen en exploiteren van een windturbinepark op de Bank Zonder Naam. Bij de keuze van de concessiezone voor het ELDEPASCO project binnen de zone bepaald door het KB van 17/05/2004 zijn zowel economische, kwalitatieve als criteria opgesteld door de BMM in acht genomen.
- Uitgebreide concessiegebied. De uitbreiding ten opzichte van de oorspronkelijke concessiezone situeert zich in noordelijke richting waarbij de 'verloren' ruimte tussen de oorspronkelijke concessiezone en de noordelijk hiervan gelegen telecommunicatiekabel SEA-ME-WE3 optimaal wordt ingevuld (met respect van de veiligheidsafstand van 250m). Bij de keuze van de uitgebreide concessiezone werd rekening gehouden met eerder vermelde criteria. Daarnaast bleek het de enige mogelijke optie waarbij optimale aanwending van de beschikbare ruimte kon worden nagestreefd zonder in concurrentie te treden met lopende concessie-aanvragen voor zover bekend op het ogenblik van de indiening door Eldepasco van de aanvraag tot wijziging en uitbreiding van de concessie op 29/8/2008..

## **NAAR CONFIGURATIE**

Rekening houdend met de vormgeving van de oorspronkelijke concessiezone en de gevraagde uitbreiding en de mogelijk inzetbare windturbines, zijn verschillende windturbine-opstellingsvarianten mogelijk. De gekozen opstellingen gaan uit van windturbines met een individueel vermogen van 3-7 MW waarbij de 3 MW en de 6 MW als typevoorbeeld gelden omdat ze actueel ook effectief worden en zullen worden toegepast bij offshore projecten in West-Europa. Afhankelijk van het individueel vermogen, worden volgende twee scenario's naar configuratie onderscheiden:

- Oorspronkelijke concessiezone: 24 windturbines van 6 MW of 48 windturbines van 3 MW; totaal parkvermogen 144 MW;
- Uitgebreide concessiezone: 36 windturbines van 6 MW of 72 windturbines van 3 MW; totaal parkvermogen 216 MW.

Bij de opstelling is rekening gehouden met de minimaal vereiste afstand tot kabels, pijpleidingen en installaties in het gebied.

## **NAAR KABELTRACÉ EN AANLANDINGSPUNT**

Langs de Belgische kust zijn er momenteel twee plaatsen waar offshore opgewekte energie op het elektriciteitsnet kan worden aangesloten, namelijk het onderstation van Oostende en Zeebrugge. Op basis van de Elia gegevens dient uitgegaan te worden van aanlanding te Zeebrugge. Eldepasco zal hierbij

indien mogelijk en toegelaten het kabeltracé van andere offshore windturbineparken volgen (vanuit het oogpunt van optimaal ruimtegebruik) en dit zowel in zee als op land.

## NAAR WIJZE VAN UITVOERING

### Type windturbine

Er zijn diverse offshore windturbintypes op de markt met verschillende vermogens. Het vermogen van de te selecteren turbine bepaalt mede de energieopbrengst van het windturbinepark. De op dit ogenblik beschikbare en gekende technologie is enerzijds de 3 MW van Vestas (Vestas V90 windturbine) en anderzijds de 5MW van REpower (REpower 5M). De REpower 6M gaat op dit ogenblik in productie (rotordiameter en ashoogte blijven ongewijzigd; door een beperkte verhoging van het toerental en aanpassing van de generator zal een vermogen opgewekt worden van 6 MW). Daartussen liggen nog een aantal varianten zoals het type Siemens 3,6 MW, GE 3,6 MW, Multibrid 5 MW,...

Gezien de snelle evolutie van de offshore windturbines in het laatste decennium, verwacht ELDEPASCO dat er op het moment van het bouwen van het windturbinepark (2011-2012) voldoende geschikte windturbines in het vermogenbereik van 3 tot 7 MW commercieel beschikbaar zullen zijn.

Samenvattend wordt voor de park lay-out rekening gehouden met een vermogensrange van 3 MW tot 7 MW, waarbij de 6M REpower (6 MW) en de V90 Vestas (3 MW) als typevoorbeelden worden uitgewerkt in het MER.

In het milieueffectenrapport zullen dan ook de 3 MW turbine en de 6 MW turbine als typevoorbeelden bestudeerd worden voor respectievelijk 'kleine' en 'grote' windturbines. Om optimaal te anticiperen op mogelijke toekomstige ontwikkelingen zal een inschatting gedaan voor de relevante parameters (rotor diameter, ashoogte) die mogelijks kunnen wijzigen bij opschaling naar een 7 MW. Indien deze gevolgen kunnen hebben voor het milieu, zullen de maximale ranges in rekening worden gebracht in de beschrijving van de milieueffecten.

Een overzicht van de belangrijkste karakteristieken gebruikt voor de beschrijving van de milieueffecten worden samengevat in onderstaande tabel.

	Typevoorbeeld	Vermogen	Max. rotor-diameter (m)	Ashoogte (m) tov GGLWS
Kleine turbine	Vestas V90	3 MW	90	70 – 90
Grote turbine	REpower 6M	6 MW	126	90 – 110
	(7 MW turbine)	7 MW	140	120

Voor turbines met een tussenliggend vermogen zullen de kenmerken zich situeren tussen de hierboven gegeven waarden.

### Type fundering

In het MER worden 3 funderingswijzen beoordeeld:

- Monopaal: hierbij wordt elke windturbine op 1 stalen buis gezet die voorafgaandelijk in de zeebodem is geheid;
- Multipode/jacketstructuur: hierbij worden meerdere (kleinere) monopalen voorafgaandelijk in de zeebodem geheid waarop dan een vakwerkstructuur met aangepast overgangsstuk gezet wordt waarop de windturbine geplaatst wordt;

- Gravitaire: hierbij wordt op de zeebodem een betonnen constructie neergezet met ingebouwd aanzetstuk voor de windturbinemast; de stabiliteit van deze funderingswijze wordt verzekerd door het gewicht van de constructie.

De kenmerken van de verschillende funderingsvarianten worden gegeven in onderstaande tabel:

	<i>Monopaal</i>	<i>Multipode/jacket</i>	<i>Gravitaire</i>
Constructie	1 stalen paal	≥ 3 palen (meestal 4)	beton
Inheidiepte	40 m	40 m	n.v.t.
Paaldiameter	4,5 (V90) – 7 (6M) m	2 – 4 m	
Paallengte	80 m	50 m	
Funderingsbed	n.v.t.	n.v.t.	60 m diameter 0,5 m dikte
Corrosiebescherming	Kunststoflaag of Zn- of Al- laag + epoxy coating kathodische bescherming	Kunststoflaag of Zn- of Al- laag + epoxy coating kathodische bescherming	n.v.t.
Erosiebescherming:			
Diameter	30 m	30 m	100 m
Laagdikte	1,6 m (vanaf opp)	1,6 m (vanaf opp)	1,6 m (tot aan het opp)
m <sup>3</sup> /fundering	1.200 m <sup>3</sup>	1.200 m <sup>3</sup>	12.000 m <sup>3</sup>
Zandoverschot/turbine	n.v.t.	n.v.t.	45.000 m <sup>3</sup>

## 4 EFFECTBEOORDELING

In deze paragraaf worden de belangrijkste resultaten van de effectbeoordeling samengevat per discipline.

Gezien de problemen om bepaalde effecten goed kwantitatief te beschrijven, is gekozen voor een semi-kwantitatieve aanpak. Hierbij worden de effecten beschreven in relatie tot hun grootte, hun reikwijdte (omvang) en hun tijdelijk of permanente karakter. De beschreven effecten worden in de vorm van een relatieve plusmin-beoordeling weergegeven. Volgende definities zijn van toepassing:

Symbool	Omschrijving	Beschrijving	Beoordeling milieu/organismen
++	Significant positief effect	Meetbaar positief effect, van grote omvang (BDNZ), tijdelijk of permanent karakter	Zeer positief
+	Matig positief effect	Meetbaar positief effect, van beperkte omvang (projectgebied), tijdelijk of permanent karakter	Positief
0/+	Gering positief effect	Meetbaar klein positief effect, van beperkte omvang (projectgebied), steeds tijdelijk karakter	Neutraal
0	(vrijwel) geen effect	Onmeetbaar effect of niet relevant	Geen
0/-	Gering negatief effect	Meetbaar klein negatief effect, van beperkte omvang (projectgebied), steeds tijdelijk karakter	Verwaarloosbaar

-	Matig negatief effect	Meetbaar negatief effect, van beperkte omvang (projectgebied), tijdelijk of permanent karakter	Aanvaardbaar
--	Significant negatief effect	Meetbaar negatief effect, van grote omvang (BDNZ), tijdelijk of permanent karakter	Onaanvaardbaar

Bij de effectbeoordeling wordt onderscheid gemaakt in effecten tijdens de constructie, de exploitatie, de ontmanteling en de bekabeling. Tevens wordt aangegeven welke milderende (effectbeperkende) maatregelen mogelijk zijn. Er wordt zowel aandacht besteed aan de negatieve effecten als aan de mogelijke positieve effecten voor het milieu. Algemeen kan gesteld worden dat de effecten gelijkaardig zullen zijn voor de oorspronkelijke als de uitgebreide concessiezone. Indien relevant wordt binnen de verschillende disciplines een duidelijk onderscheid gemaakt tussen de scenario's.

## 4.1 BODEM

### 4.1.1 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling

De Bank Zonder Naam (BZN) is gesitueerd ca. 38 km uit de Belgische kustlijn en op de grens met de Nederlandse territoriale wateren. De BZN is gelegen tussen de Thorntonbank en de Bligh Bank. Het projectgebied, dat zich ook ten dele uitstrekt ten N van de bank, heeft bathymetrische waarden tussen 18 en 32 m diepte (ten opzichte van GLLWS).

De getijdebanken –waaronder de BZN - zijn de grootste offshore reliëfkenmerken. De Vlaamse banken blijken vrij stabiel te zijn. De Bank Zonder Naam ligt ongeveer evenwijdig met de Thorntonbank. Zandgolven zijn beduidend kleiner dan zandbanken – enkele meters hoog - maar meer dynamisch en evenals de getijdebanken prominent aanwezig op het BDNZ. Recente bathymetrische opnamen door Eldepasco tonen een duinhoogte van gemiddeld 4 m hoogte aan.

Over de dynamiek van het zand zijn er nog veel kennislacunes, zo ook rond de BZN. Het sedimenttransport resulteert wellicht in een beperkte depositie over bijna de gehele bank. Het sedimenttransport is vermoedelijk rond de zandbank in tegenuurwijzerszin gericht (net zoals bij de Thorntonbank, bij de Bligh Bank verloopt het transport in wijzerszin). In de geul ten zuiden van de bank is het transport in de richting van de vloedstroom en naar het noordoosten gericht.

De Bank Zonder Naam bevindt zich bovenop de tertiaire geologische laag "Formatie van Maldegem". De Formatie van Maldegem bestaat uit mariene sedimenten, afgezet tussen 20 en 50 m diepte, die vooral stijve klei en kleihoudende zandlagen omvat. Het bovenste deel van de zandbanken is de quartaire zandige deklaag die kan oplopen tot 20 m dikte.

Het overgrote deel van de Bank Zonder Naam op het Belgische Deel van de Noordzee (BDNZ) bestaat uit middelmatig tot grof zand met een gemiddelde diameter groter dan 250  $\mu$ . Ten noorden van de bank komt een beperkte zone voor met een fijner materiaal: 125-250  $\mu$ . Er zou hooguit 1 % silt/klei fractie aanwezig zijn (<63  $\mu$ ). Middelmatig tot grof zand wordt vooral aangetroffen ten noorden van de bank, naar de Bligh bank toe. In de geul tussen de Bank Zonder Naam en de Bligh Bank loopt een brede strook grind (fractie > 2 mm).

Op de Bank Zonder Naam werden geen stalen en analyses uitgevoerd, maar gezien de nabije ligging, de gelijkaardige granulometrische samenstelling als de Thorntonbank en de situering in het zelfde getijdestromingspatroon kan verwacht worden dat de chemische milieukwaliteit van beide banken vergelijkbaar is. Op basis van de data beschikbaar voor de Thorntonbank kan besloten worden dat voor geen enkel bemeten zwaar metaal de grenswaarden overschreden worden.

Door de klimaatsverandering zullen veranderingen optreden in de stromingskarakteristieken en in de morfologie van het BDNZ. Zelfs binnen de termijn van de exploitatie zullen al veranderingen merkbaar zijn. Naast veranderingen in de algemene gemiddelde waarden van bijvoorbeeld zeespiegel, temperatuur, etc., wordt er een toename verwacht in de extreme klimaatsgebeurtenissen. Er zijn geen andere mariene activiteiten (windturbineparken op andere banken, zandwinning, transport, dumpen van baggerspecie, ...) op het BDNZ waarvan een effect in de toekomst kan verwacht worden op de Bank Zonder Naam en het windturbinepark dat daar zou gebouwd worden.

#### **4.1.2 Effectbeschrijving en –beoordeling**

##### **CONSTRUCTIEFASE**

Bij gebruik van een monopile- of multipode-jacket fundering wordt er geen zand verwijderd maar wordt de paal ingeheid in de bodem. Het enige effect is dat de geologische lagen tot een diepte van 40 m in de onmiddellijke omgeving van de paal gecompacteerd (verdicht) worden.

Indien men kiest voor een gravitaire fundering, wordt per windturbine ca. 65.000 m<sup>3</sup> zand uitgegraven, waarvan ongeveer 20.000 m<sup>3</sup> zal worden hergebruikt voor heraanvulling van de funderingsput en voor opvullen van de graviteitsfundering. Voor het aanwenden van het zandoverschot wordt voorgesteld:

- Ofwel dit zandoverschot te stockeren binnen het concessiegebied (totale stockage van 1.080.000 tot 1.620.000 m<sup>3</sup> zand voor respectievelijk het oorspronkelijk concessiegebied en het uitgebreide gebied);
- Ofwel dit zand commercieel aan te wenden; in dit geval kan men besluiten dat de impact op de morfologie bijzonder gering zal zijn.

Het zandoverschot moet gestockeerd worden op een locatie zodat de globale morfodynamiek van het gebied zo minimaal mogelijk wordt gewijzigd. Het bepalen van de optimale locatie en laagdikte voor stockage van het zandoverschot is omwille van onvoldoende kennis over de dynamiek van het sediment niet eenduidig uit te voeren. De stortlocatie wordt best zo dicht mogelijk bij de te installeren windturbines gekozen en ten ZW van de windturbines. Het hanteren van een laagdikte tussen 2-7 m zoals vereist in (BMM, 2007) voor het Belwind windturbinepark lijkt ons een praktisch en realistisch compromis. De optie om te stockeren per turbine moet – ondanks een relatief grotere oppervlakte-inname – vanuit morfologisch oogpunt zeker overwogen worden.

De impact van de aanleg van de kabels is verwaarloosbaar (0/-). De kans op een significante verontreiniging van de bodem is bijzonder klein (effect = 0).

##### **EXPLOITATIEFASE**

Hoewel er lokaal ter hoogte van de windturbines een verstoring zal optreden van het natuurlijke sedimenttransport (zie verder), zal dit vrijwel geen effect (0) hebben op de globale natuurlijke processen op de Bank Zonder Naam. Daarvoor is immers het effect van elke constructie – door de aanwezigheid van de erosiebescherming – te gering en de afstand tussen de windturbines te groot. Dit geldt ook voor de kabels.

Het is duidelijk dat de lokale erosie bij een fundering zonder erosiebescherming zo groot zou zijn, dat het effect moet gemitigeerd worden en zelfs de stabiliteit van de gehele constructie op lange termijn zou kunnen ondermijnen. Daarom wordt door de initiatiefnemer onmiddellijk erosiebescherming voorzien bij elk type fundering. Een erosiebescherming bestaat uit een ring van stenen rondom de fundering. Het spreekt voor zich dat de grotere afmetingen bij gravitaire funderingen een grotere erosiebescherming vereisen dan bij paalfunderingen. De dimensies van de voorgestelde erosiebeschermingen zijn voor elk funderingstype meer dan voldoende t.o.v. de hypothetische dimensies van een erosieput zonder

bescherming. De erosie zal zich weliswaar verplaatsen naar de grenszone tussen de zeebodem en de erosiebescherming, in stroomafwaartse richting (secundaire erosie) maar in veel geringere mate. Hoewel de erosiebescherming op zich een lokale heterogeniteit vormt t.o.v. de zandige zeebodem, is het aanbrengen van de erosiebescherming aanvaardbaar voor het milieu.

De kabels worden voldoende diep gelegd (1 m in het park, 2 m voor de kabel naar land, zelfs 4 m in de vaargeulen) zodat de kans dat een kabel bloot komt te liggen, vrij gering is. Bovendien wordt het kabeltracé regelmatig gemonitord, om een eventueel vrijkomen van de kabel tegen te gaan.

Net zoals bij de inrichtingsfase, is er geen enkele indicatie dat de exploitatie zal leiden tot verontreiniging van de bodem (effect = 0).

## **ONTMANTELINGSFASE**

De effecten die kunnen optreden tijdens de ontmantelingsfase hebben grotendeels dezelfde aard en omvang dan de potentiële effecten tijdens de constructiefase.

De keuze over het al dan niet verwijderen van de erosiebescherming en de kabels zal op het einde van de exploitatie bepaald worden en zal gebaseerd zijn op de resultaten van de monitoring, de stand der techniek en op ondertussen opgedane ervaring.

### **4.1.3 Milderende maatregelen**

Er moet aandacht geschonken worden aan een goede afstemming in de tijd tussen het aanbrengen van de fundering en het aanbrengen van de steenbestorting. Dit voorkomt immers erosie en leidt tot een minimaal gebruik van steenbestorting.

Op het kabeltracé moet bij overkruisingen van andere kabels of leidingen, waarbij de minimale aanlegdiepte niet kan behaald worden, een extra bescherming bovenop de kabels aangebracht worden.

## **4.2 WATER**

### **4.2.1 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling**

De stroming van het Noordzeewater wordt enerzijds veroorzaakt door de getijdenwerking (dominerende component), anderzijds door windeffecten of eventueel dichtheidverschillen. De meest extreme situaties (grote stroomsnelheden en extreme waterniveaus) ontstaan wanneer een storm samenvalt met een springtij.

In het projectgebied worden waterdiepten vastgesteld tussen 16 en 24 m in het oorspronkelijke concessiegebied, in de uitgebreide concessiezone kan dit oplopen tot 32 m. Maximale stijging in waterdiepte door de golfwerking bedraagt ongeveer 2,5 m. Maximale golfhoogtes bedragen ongeveer 12 m. De halfdagelijkse eb- en vloedcyclus voor de Belgische kust veroorzaakt een variatie in waterdiepte die meer dan 5 m kan bedragen.

De optredende watersnelheden bevinden zich grotendeels in het spectrum tussen 0,25 en 0,75 m/s. De residuele gemiddelde (oppervlakkige) watersnelheid bedraagt ongeveer 0,55 m/s. Oppervlakkige stromingen zijn duidelijk getijde gebonden waarbij de (uit het ZW komende) vloedstroom domineert boven de ebstroom die uit het NO komt. De stroming komt, gedreven door de getijdenwerking en overheersende winden, ter hoogte van het projectgebied hoofdzakelijk uit het ZW en daarnaast ook uit het NO tot NOO.



De gemiddelde watertemperatuur in het BDNZ (Belgisch Deel van de Noordzee) is ongeveer 11 °C. Er treden seizoenale variaties op met een grootte-orde van 8 à 9 °C ten opzichte van de gemiddelde temperatuur. De saliniteit in het BDNZ bedraagt ongeveer 31-35 g/kg.

Men kan voor de Bank Zonder Naam aannemen dat de natuurlijke concentraties aan zware metalen relatief laag zijn. De belangrijkste organotinverbinding is tributyltin (TBT). Het is een biocide dat in het aquatische milieu als "antifouling" gebruikt wordt. De concentratie tributyltin offshore bedraagt <1 ng/l. Bunkerolie en smeerolie zijn de belangrijkste bronnen van olievervuiling in de Noordzee. De olielozing afkomstig van boringen voor de offshore olie- en gasindustrie is over de laatste 10 jaar sterk gereduceerd (tot meer dan 80 %). De menselijke invloed op de nutriëntenbalans is voornamelijk merkbaar ter hoogte van de kustzone en minder detecteerbaar ter hoogte van de zandbanken.

De turbiditeit of helderheid van het zeewater wordt bepaald door de hoeveelheid zwevend (in suspensie) materiaal in het water. Specifieke informatie voor de Bank Zonder Naam werd niet teruggevonden, maar er kan worden aangenomen dat gemiddelde concentraties zeker lager dan 10 mg/l bedragen.

Door de klimaatsverandering zullen veranderingen optreden in de stromingskarakteristieken en in de chemische eigenschappen van het zeewater. Zelfs op de termijn van de exploitatie-periode zullen al veranderingen merkbaar zijn. Zo wordt bijvoorbeeld een algemene zeespiegelstijging ten gevolge van het broeikaseffect verwacht van maximum 0,9 m in de periode 1990-2100. Naast veranderingen in de algemene, gemiddelde waarden van bijvoorbeeld zeespiegel, temperatuur, etc. wordt er een toename verwacht in de extreme klimaatsgebeurtenissen.

Verder kan verwacht worden dat de antropogene invloed op de waterkwaliteit in het mariene milieu verder zal dalen. Bijvoorbeeld zouden de concentraties aan TBT, zware metalen, nutriëntentoevoer via rivier, etc. een positieve dalende trend moeten tonen in de toekomst. Er zijn geen andere mariene activiteiten (windturbineparken op andere banken, zandwinning, transport, dumpen van baggerspecie, ...) op het BDNZ waarvan een effect in de toekomst kan verwacht worden op de Bank Zonder Naam en het windturbinepark dat daar zou gebouwd worden.

#### **4.2.2 Effectbeschrijving en –beoordeling**

##### **CONSTRUCTIEFASE**

Tijdens de inrichtingsfase – zowel voor de plaatsing van de kabels als van de windturbines - treden geen effecten op de hydrodynamica op, ongeacht het type fundering.

Analoog als voor zware metalen, is de potentiële impact van het vrijkomen van organische polluenten uit de bovenste sedimentlaag tijdens de inrichting vrij gering (0/-). Aangezien de Noordzee aangeduid is als een speciale zone (volgens MARPOL 73/78) voor afval sinds 1991 en voor olie sinds 1999 kan deze activiteit gezien het wettelijk verbod op lozen van afval en olie (door schepen groter dan 400 ton) niet leiden tot lozingen van afval of olie. Het baggeren kan een kleine tijdelijke toename van nutriënten in de waterkolom veroorzaken. De aangroeiwerende verf die wordt aangebracht op de schepen gebruikt tijdens de inrichtingsfase is TBT-vrij. Het is immers vanaf 1 januari 2003 wereldwijd verboden om TBT nog op schepen te gebruiken en vanaf 1 januari 2008 moet alle TBT van de scheepsrompen verwijderd zijn. Op temperatuur, opgeloste zuurstof, saliniteit wordt geen invloed verwacht.

Tijdens de constructie van de fundering zal een lokale verhoging van de turbiditeit kunnen vastgesteld worden, zowel bij het inheien van palen (monopaal, multipode) als bij het baggeren en terugstorten van zand (gravitaire fundering). Normaliter zal er gewerkt worden bij rustige (weinig stroming) weersomstandigheden, waardoor kan verondersteld worden dat de natuurlijke turbiditeit laag is. Dit betekent eveneens dat de bezinking van het opgewoelde sediment relatief snel zal optreden en in een geringe straal rondom de activiteiten. De constructie van de fundering zal, voor elke uitvoeringswijze en

type fundering, een lokale en tijdelijke verhoging van de turbiditeit veroorzaken met, in vergelijking met turbiditeitsconcentraties die van nature optreden tijdens stormen, een verwaarloosbaar effect (0/-).

De impact (verhoging van de turbiditeit) wordt – voor beide typen kabels en uitvoeringswijzen – als zeer tijdelijk en lokaal beoordeeld (0/-).

## **EXPLOITATIEFASE**

Er is geen significante invloed van een windturbineconstructie op de stroming, noch van de ondergronds liggende kabels.

Er is geen langetermijn effect op de waterkwaliteit te verwachten. De kans op een accidentele lozing met acuut effect op de waterkwaliteit wordt als zeer gering beschouwd.

Op een niet-significante lokale turbiditeit na vlakbij de fundering door het opwoelen van zand vlakbij de bodem, veroorzaakt de activiteit geen effect op de turbiditeit tijdens de exploitatie, ongeacht het type fundering. De ondergrondse kabels hebben geen invloed op de turbiditeit.

## **ONTMANTELINGSFASE**

De effecten tijdens de ontmantelingsfase (die bestaat uit het verwijderen van de palen en het eventuele verwijderen van de erosiebescherming en ondergrondse park- en landkabels) zullen gelijkaardig zijn als in de inrichtingsfase. Voor de meeste effecten zal de impact bovendien geringer zijn dan tijdens de inrichtingsfase.

### **4.2.3 Milderende maatregelen**

Als onderdeel van het globale veiligheids- en milieuzorgsysteem, dient er een duidelijke procedure beschikbaar te zijn die beschrijft op welke manier en door wie acties worden ondernomen op het moment dat er tijdens de inrichting, exploitatie of ontmanteling een calamiteit ontstaat met mogelijks nadelige gevolgen voor de waterkwaliteit (vb. olielek).

## **4.3 KLIMATOLOGISCHE FACTOREN & ATMOSFEER**

### **4.3.1 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling**

België kent een gematigd zeeklimaat, met een koele zomer en een zachte winter. Op zee worden gelijkaardige kenmerken waargenomen, maar er heerst een meer constant windklimaat en een hogere windsnelheid. De meest voorkomende windrichting voor de Belgische kust is (W)ZW. De windsnelheid neemt toe met de hoogte boven de waterspiegel. Op een hoogte van 100 meter boven de zeespiegel ligt de windsnelheid gemiddeld tussen 8,5 en 10 m/s.

Met betrekking tot het globale klimaat zijn in het kader van dit project vooral het broeikaseffect en de opwarming van de aarde van belang. De stijging van de atmosferische concentraties aan CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O is veruit de belangrijkste oorzaak van de opwarming van het klimaat. Om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen moet er omgeschakeld worden naar milieuvriendelijke energie, zoals zonne-energie, biomassa-energie, windenergie, ....

Met betrekking tot de luchtkwaliteit zijn de relevante parameters CO, NO<sub>x</sub> SO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> (stof). De luchtkwaliteit voldoet ter hoogte van de Belgische kust ruimschoots aan de kwaliteitsdoelstellingen voor

deze parameters. CO<sub>2</sub> is, zoals eerder werd aangehaald, vooral belangrijk met betrekking tot het broeikaseffect.

Bij de autonome ontwikkeling kan gesteld worden dat:

- de emissies, die een gevolg zijn van het materiaalgebruik, de constructie en ontmanteling van het windturbinepark niet zullen plaatsvinden en er bijgevolg ook geen tijdelijke beïnvloeding zal zijn van de lokale luchtkwaliteit als gevolg hiervan;
- de vermeden emissies als gevolg van de elektriciteitsproductie door het windturbinepark wel zullen gerealiseerd worden;
- de atmosferische CO<sub>2</sub>-concentraties verder zullen toenemen;
- door het Intergovernmental Panel on Climate Change tijdens de volgende 2 decennia een opwarming van 0,2 °C per decennium verwacht wordt, een waarde die overeenstemt met de opwarming die op dit ogenblik wordt waargenomen. De verwachtingen omtrent de gemiddelde wereldwijde opwarming tegen 2100 zijn sterk afhankelijk van de emissiescenario's die men bekijkt. Vergeleken met de periode 1980-1999 wordt de verwachte opwarming geschat op 1,8 tot 4,0 °C. De verwachte stijging van de zeespiegel varieert van 18 tot 90 cm.

#### **4.3.2 Effectbeschrijving en –beoordeling**

##### **CONSTRUCTIEFASE**

Tijdens de constructiefase moet niet enkel rekening gehouden worden met de eigenlijke bouw van het turbinepark, maar ook met de winning van de grondstoffen die noodzakelijk zijn voor de productie van de verschillende onderdelen van de windturbines. Deze fase omvat verder ook de productie van de onderdelen, de premontage van de windturbines en onderdelen in een nabijgelegen haven (in dit geval Zeebrugge of Oostende), het transport naar de Bank Zonder Naam en de eigenlijke constructie van het windturbinepark.

De energieconsumptie en daaraan gerelateerde emissies zijn het grootst tijdens de periode van het winnen van de grondstoffen tot en met de productie van de turbineonderdelen.

De impact op de luchtkwaliteit zal het grootst zijn bij het gebruik van gravitaire funderingen (door het relatief groter aantal transporten en bijgevolg ook het energieverbruik en de daaraan gekoppelde emissies) en het kleinst bij het gebruik van de monopaal of multipode-jacket, maar zal in alle gevallen gering negatief zijn.

De bijkomende emissies ten gevolge van scheepvaart zullen een te verwaarlozen negatieve invloed hebben op de lokale luchtkwaliteit ter hoogte van het Kanaal.

##### **EXPLOITATIEFASE**

Tijdens de exploitatiefase zal er een beperkt energieverbruik zijn voor inspectie en onderhoud van het turbinepark.

De belangrijkste effecten tijdens de exploitatiefase zijn evenwel de vermeden emissies op het land als gevolg van het feit dat de netto elektriciteitsproductie van het windturbinepark namelijk 450 (oorspronkelijk gebied) - 670 (uitgebreid concessiegebied) GWh/jaar, niet door middel van klassieke, al dan niet in combinatie met nucleaire, productie dient te worden opgewekt

De jaarlijks vermeden emissies, berekend op basis van de emissiefactoren voor klassieke productie, bedragen 1,6 % (oorspronkelijke concessiegebied) tot 2,4 % (uitgebreide concessiegebied) van de emissies door klassieke productie in België voor alle polluenten. De jaarlijks vermeden emissies, berekend

op basis van de emissiefactoren voor klassieke en nucleaire productie, bedragen 1,0 % tot 1,4% van de emissies door klassieke productie in België voor alle pollutanten.

Tegen 2010 worden aan België emissieplafonds voor SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> opgelegd van respectievelijk 99.000 en 176.000 ton/jaar (2001/81/EG). De vermeden emissies, berekend op basis van de emissiefactoren voor klassieke productie, bedragen respectievelijk 0,54 (oorspronkelijke concessiegebied) tot 0,80 (uitgebreide concessiegebied) % van het emissieplafond voor SO<sub>2</sub> en 0,28 tot 0,42 % van het emissieplafond voor NO<sub>x</sub>, wat significant is. De Kyoto doelstelling voor België is een reductie van de uitstoot van broeikasgassen tot 130,5 miljoen ton CO<sub>2</sub> equivalent tegen 2010. De vermeden emissies, berekend op basis van de emissiefactoren voor klassieke productie, bedragen 0,30% tot 0,44% van dit plafond, wat significant is.

Indien de elektriciteitsproductie door dit windturbinepark effectief aanleiding zou geven tot een equivalente vermindering van de elektriciteitsproductie op land door middel van klassieke thermische productie, zal dit leiden tot een significant positief effect (++) met betrekking tot de invloed op de luchtkwaliteit op het land.

Het windturbinepark zal slechts in zeer kleine mate bijdragen tot de reductie van de uitstoot van broeikasgassen op wereldschaal, maar zal een meetbare bijdrage (+) leveren op Belgisch vlak. De effecten die deze reductie van broeikasgassen met zich mee kunnen brengen, zoals op de temperatuur van de aarde en op het zeewaterpeil, zullen dus te klein zijn om ze correct in te schatten. Effecten op het voorkomen van extreme situaties (stormen, strenge winters, hete zomers, ...) zijn nog veel moeilijker in te schatten, maar zullen even klein zijn.

De effecten van het windturbinepark op het lokale windklimaat zullen beperkt blijven tot zeer lokale effecten in het windturbinepark. Het windklimaat (windsnelheid, turbulentie,...) wordt beïnvloed door het windturbinepark tot meer dan 4 km na de laatste windturbines.

Het negatieve effect van de warmte afgifte van de ingegraven kabel op het lokaal temperatuursklimaat zal beperkt blijven tot de zeer nabije omgeving in de bodem (maximaal enkele meters) (0/-).

## **ONTMANTELINGSFASE**

De ontmantelingsfase heeft een positieve invloed op het energieverbruik in de levenscyclus van een windturbine omdat ca. 80% van het turbinemateriaal kan worden hergebruikt. De winning van nieuwe grondstoffen en de hieraan verbonden emissies worden hierdoor beperkt.

De impact op de luchtkwaliteit als gevolg van emissies van vaartuigen die worden ingezet bij de ontmanteling is zoals in de constructiefase lokaal (ter hoogte van de locatie waar de windturbines staan), beperkt in de tijd en zeer beperkt in vergelijking met de totale emissies door scheepvaart in het Kanaal, zodat de negatieve impact op de luchtkwaliteit gering is (0/-).

### **4.3.3 Milderende maatregelen**

Globaal gezien zijn de windturbines verantwoordelijk voor een significante reductie in vergelijking met de emissies van klassieke centrales op land wat zowel op het vlak van de luchtkwaliteit als met betrekking tot de beperking van de emissie van broeikasgassen zeer positief is. Bovendien is de negatieve impact van het project op de luchtkwaliteit tijdens de constructie- en ontmantelingsfase beperkt, zodat er zich geen mitigerende maatregelen of compensaties opdringen.

## 4.4 GELUID EN TRILLINGEN

### 4.4.1 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling

Ten behoeve van de referentiesituatie wordt het huidige geluidsklimaat besproken op 4 plaatsen namelijk boven water, onder water, aan de kustlijn en ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen.

Onder water ligt het natuurlijk achtergrondgeluidsniveau ongeveer tussen 90 en 100 dB (re 1  $\mu$ Pa) in het frequentiegebied 100 Hz tot enkele kHz. Natuurlijke geluiden zijn hierin de belangrijkste bijdrage. Voorbijvarende schepen kunnen echter wel voor een tijdelijke verhoging van het geluidsdrukkniveau (110-120 dB (re 1  $\mu$ Pa)) in hetzelfde frequentiegebied zorgen.

Boven water wordt het achtergrondgeluidsniveau (LA95) geraamd op  $35 \pm 5$  dB(A).

Uit literatuurgegevens blijkt dat aan de kustlijn het achtergrondgeluidsniveau tussen 50 en 65 dB(A) ligt op 25 m van de waterlijn. Dit geluidsdrukkniveau is afhankelijk van de windrichting en windsnelheid.

Ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen ligt het achtergrondgeluid tussen de 30 en 40 dB(A).

Op het gebied van geluid is er globaal gezien geen significante verandering te verwachten bij de autonome ontwikkeling van het gebied. Het onder watergeluid zal weinig evolueren doordat er geen noemenswaardige toename van de scheepvaart verwacht wordt in het ondiepe kustwater boven deze zandbank. Enkel de constructie en de exploitatie van de windturbineparken van C-Power (Thorntonbank) en Belwind (Bligh Bank) zullen voor een verandering zorgen.

### 4.4.2 Effectbeschrijving en –beoordeling

#### ***Constructiefase***

Als gevolg van de activiteiten tijdens de constructiefase (heien, varen...) zal er een tijdelijk verhoogd geluidsniveau aanwezig zijn zowel boven als onder water. Maar er worden geen significante effecten verwacht.

#### ***Exploitatiefase***

##### Onder water

Bij de beoordeling van het onder water geluid dient er wel opgemerkt te worden dat er hier een grote leemte in de kennis bestaat over de geluidsimmissie en –emissie van de gebruikte windturbines (3 MW of 6 MW).

Het specifieke geluid van een windturbine bestaat vooral uit frequenties kleiner dan 1 kHz en een geluidsdrukkniveau tussen <90 en 115 dBLeq re 1  $\mu$ Pa op 1 m afstand.

Er werd berekend dat op een afstand van 500 m (veiligheidszone) van de windturbine onder water het specifieke geluid van de windturbine onderwater vermoedelijk gemaskeerd zal zijn door het achtergrondgeluid. Wanneer er onder water een maximum achtergrondgeluidsniveau van 195 dB (re 1  $\mu$ Pa) voorkomt, zullen de windturbines slechts tot 50 m duidelijk detecteerbaar zijn. Bij deze conclusie wordt er verondersteld dat voor alle onderwaterfauna een maskeereffect van de waarneming van geluid optreedt dat vergelijkbaar is met het maskeereffect dat optreedt in het gehoor van de meeste landdieren. Bij hogere windsnelheden zal het specifieke geluid van de windturbine hoger worden, maar tegelijkertijd neemt ook het achtergrondgeluidsniveau toe door brekende golven en waterbeweging. Als besluit kan

aangenomen worden dat het effect van het geluid van de windturbine onder water in het slechtste geval beperkt blijft tot het gebied tussen de windmolens en niet buiten de 500 m veiligheidsgrens zal gaan. Een belangrijke opmerking is wel dat bij het voorbijvaren van een klein schip reeds geluidsniveaus vastgesteld worden die meer dan 10 dB hoger zijn dan het gehanteerde maximale achtergrondgeluid. Het gaat hier dan wel om een tijdelijke verhoging van het geluidsniveau.

#### Boven water

In een matig belastende situatie plant het geluid zich driedimensionaal voort, en bereikt op een afstand van 0,6- 1,1 km en op een afstand van 1 – 1,9 km een geluidsniveau van respectievelijk 45 en 40 dB(A). Boven het wateroppervlak kunnen de windturbines tot op een afstand van 5 km hoorbaar zijn. Net zoals onder water zal het specifieke geluid van de windturbines boven water toenemen naarmate de windsnelheid stijgt, maar dan zal tegelijkertijd ook het achtergrondgeluidsniveau stijgen.

Algemeen kan er gesteld worden dat bij de dichtste afstand tot het windturbinepark, waar boten mogen varen (500 m veiligheidsgrens rond het park) de windturbines waarneembaar zullen zijn met een geluidsniveau van ongeveer 50 dB(A). 50 dB(A) is vergelijkbaar met het geluid van licht autoverkeer op 30m, regen, een koelkast, omgevingsgeluid in het bos.

Het berekende specifieke geluid in een matig belastende situatie (wanneer het geluid zich driedimensionaal voort plant) van het windturbinepark zal aan de kustlijn en ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen lager liggen dan het gemeten achtergrondgeluid en bijgevolg niet detecteerbaar zijn.

### ***Ontmantelingfase***

Als gevolg van de activiteiten tijdens de ontmantelingfase zal er een tijdelijk verhoogd geluidsniveau aanwezig zijn zowel boven als onder water. Maar er worden geen significante effecten verwacht.

### **4.4.3 Milderende maatregelen**

Gezien de leemte in de kennis met betrekking tot de impact van het onderwater geluid van windturbines die in dit project gebruikt zullen worden (3 MW of 6 MW) wordt voorgesteld om observaties van het onderwater geluid te houden (monitoring).

Doordat het aantal waarnemers op zee die de windturbines frequent zullen waarnemen zo beperkt is, lijkt het evenmin nuttig milderende maatregelen voor te stellen voor het luchtgeluid. Uiteraard moet men steeds de best beschikbare (stilste) technologie toepassen.

## **4.5 FAUNA, FLORA & BIODIVERSITEIT**

### **4.5.1 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling**

#### ***Invertebraten en vissen***

De beschrijving van de invertebraten en de vissen in het studiegebied is in de eerste plaats gebaseerd op de recente studie naar de referentietoestand op de Thorntonbank (De Maerschalck *et al.*, 2006), gezien de nabijheid van deze bank (6 km). Vervolgens is een beroep gedaan op andere recente studies die data van verschillende onderzoeksprojecten gecompileerd hebben om te komen tot een gebiedsdekkende beschrijving van de benthosgemeenschappen op het Belgische deel van de Noordzee.

Mariene bodemdieren of benthos spelen een belangrijke rol in het voedselweb (belangrijk prooiaanbod voor demersale vissen) en het ecosysteem. Ze dragen bij tot de biodiversiteit en de productiviteit van de zee. In deze studie wordt enkel aandacht besteed aan het epibenthos (> 1 mm; op bodem) en het macrobenthos (> 1 mm; in bodem). Door zijn geringe mobiliteit is het aanwezige macrobenthos een belangrijke indicator voor de 'gezondheid' van mariene systemen. Voor de vissen wordt enkel gekeken naar de vissen die op of in de nabijheid van de bodem leven (demersale vissen) daar zij naar alle waarschijnlijkheid het meeste hinder zullen ondervinden van de geplande werkzaamheden.

Langsheen de onshore-offshore gradiënt van het BDNZ worden 5 duidelijk afgescheiden gemeenschappen geïdentificeerd, genoemd naar de meest voorkomende soorten in deze gemeenschap. Daartussenin worden nog 6 overgangsgemeenschappen gedefinieerd. De Bank Zonder Naam wordt gekenmerkt door de *Nephtys cirrosa*-gemeenschap (Van Hoey *et al.*, 2004; Degraer *et al.*, 2006). Deze macrobenthos gemeenschap is de wijdst verbreide gemeenschap in het BDNZ en komt voor in iets fijnzanderige sedimenten. De gemeenschap wordt gekenmerkt door een lage soortenrijkdom en dichtheid, typisch voor goedgesorteerde mobiele zanden. Mobiele borstelwormen (o.a. *Nephtys cirrosa*) en kreeftachtigen (o.a. *Bathyporeia guilliamsoniana* en *Urothoe brevicornis*) zijn typische soorten voor deze gemeenschap (Van Hoey *et al.*, 2004). De dominante soorten zijn gelijkaardig als deze gevonden op de Thorntonbank. Weliswaar wordt gezien de rijkere gemeenschap hier iets hogere densiteits- en biomassawaarden verwacht. Volgens de biologische waarderingskaart (BWZee) wordt het projectgebied op de Bank Zonder Naam gekenmerkt door een matige tot hoge biologische en ecologische waarde (macrobenthos). De densiteiten van epibenthos op de Bank Zonder Naam zijn zeer laag in vergelijking met de rijke kustgebieden.

De Bank Zonder Naam zal, naar analogie met de bevindingen op de Thorntonbank, een belangrijk paaigebied (voorjaar) zijn voor sprat en haring, en in iets mindere mate voor o.a. schaar en dwergtong. Belangrijke vissoorten in het voorjaar zijn sprat *Sprattus sprattus* en haring *Clupea harengus* (Clupeiformes), naast rasterpitvis *Callionymus reticulatus*. Het najaar werd overheerst door horsmakreel *Trachurus trachurus*, kleine pieterman *Echiichtys vipera*, beide pitvissen en dikkopje *Pomatoschistus minutus* voor de Perciformes en dwergtong *Buglossidium luteum* en schaar *Limanda limanda* voor de Pleuronectiformes. In het voorjaar behoorden de belangrijkste vertegenwoordigers tot de Clupeiformes (>80 %). In het najaar echter waren de Clupeiformes zo goed als afwezig. De Bank Zonder Naam is minder belangrijk voor de commerciële exploitatie van vis en garnaal dan andere dichterbij gelegen kustgebieden.

Voor de autonome ontwikkeling mag gesteld worden dat de benthosgemeenschappen en de demersale visfauna niet wezenlijk zouden veranderen indien geen windturbinepark gebouwd en geëxploiteerd zou worden. Langetermijn trends tonen namelijk geen wijziging in dominante soorten, enkel een algemene stijging in densiteit en soortenrijkdom. Andere activiteiten zoals visserij en aggregaatextractie, maricultuur,..., net als de klimaatsveranderingen, kunnen echter wel een invloed hebben op de onderwaterfauna.

## **Vogels**

Het soortenspectrum op de Bank Zonder Naam is niet gelijkaardig als dat van de rest van het BDNZ. Kustgebonden soorten komen er in mindere mate voor; soorten die dieper in zee voorkomen zoals Jan van Gent, Drieteenmeeuw, Zeekoet en Alk maken een belangrijk deel uit van het soortenspectrum op de Bank Zonder Naam. De Bank Zonder Naam wordt voor geen enkele zeldzame zeevogel als een belangrijk gebied aanzien.

Gedurende de winterperiode is het soortenspectrum op de Bank Zonder Naam gevarieerd: vooral Zeekoet, Drieteenmeeuw en Alk komen er voor, maar ook (welliswaar in beperkte mate) Grote Mantelmeeuw, Zilvermeeuw, Stormmeeuw, Dwergmeeuw, Grote Jager, Jan van Gent, Noordse Stormvogel en duikers. In het voorjaar komen op de Bank Zonder Naam frequent Drieteenmeeuwen,

Kleine Mantelmeeuwen en Zeekoeten voor. Noordse Stormvogel, Zilvermeeuw, Jan van Gent, Dwergmeeuw, Grote Mantelmeeuw en Grote Stern komen er in deze periode ook voor, maar slechts zeer sporadisch. Tijdens het najaar komen op de Bank Zonder Naam frequent Zeekoet, Drieteenmeeuw, Noordse Stormvogel, Jan van Gent en Grote Mantelmeeuw voor. Een klein aandeel van de aanwezige vogels op de Bank Zonder Naam in het najaar bestaat uit Alk, Kleine Mantelmeeuw, duikers, Stormmeeuw en Grote Jager.

Naast de typische zeevogelsoorten komen boven het BDNZ ook grote aantallen niet-zeevogels voor. Vele van deze soorten zoals Aalscholver, Smient en Wilde Eend zijn vooral kustgebonden. De offshore gelegen Bank Zonder Naam is bijgevolg geen belangrijk gebied voor deze niet-zeevogels. Rosse Grutto en Zilverplevier kunnen ter hoogte van de Bank Zonder naam voorkomen. Zangvogels gebruiken de Belgische zeegebieden als trekroute. Enkel Spreeuw, Vink, Veldleeuwrik, Koperwiek en Graspieper, werden in noemenswaardige aantallen waargenomen tijdens scheepstellingen op de Noordzee. De doortrek is het meest intens langsheen de kust; verder op zee gebeurt de trek via een breed font.

Voor de autonome ontwikkeling mag gesteld worden dat bij het niet installeren van een windturbinepark op de Bank Zonder Naam de ornithologische waarde van de site nagenoeg hetzelfde zal blijven. Behalve bestaande (semi)-natuurlijke fluctuaties in het zeevogelbestand (bijvoorbeeld door veranderingen in de voedselbeschikbaarheid, of door verschuivingen in de overwinteringsgebieden) zijn er geen aanwijzingen dat er momenteel belangrijke wijzingen zullen plaatsvinden in het doelgebied. Veranderingen in de verspreiding van zeevogels als gevolg van de opwarming van de aarde zullen niet op korte termijn meetbaar zijn en zullen diensgevolge ook niet interfereren met een toekomstige monitoring van zeevogels in het doelgebied (Stienen *et al.*, 2002).

## **Zeezoogdieren**

Alle zeezoogdieren zijn beschermde soorten, waarvoor België verplichtingen op zich heeft genomen om ze te beschermen, en om negatieve impacten zoveel mogelijk te vermijden. Walvisachtigen en zeehonden zijn nl. soorten van de Europese Habitatrichtlijn Bijlage II en IV. Dit betekent dat ze niet opzettelijk mogen verstoord worden tijdens de overwintering, voortplanting en trek (artikel 12). Verder heeft België ook in het kader van ASCOBANS (Overeenkomst inzake de bescherming van de kleine walvisachtigen in de Oostzee en de Noordzee) aanvaard dat de partijen zouden streven naar het vermijden van significante verstoring, in het bijzonder van akoestische aard (Conservation and Management Plan in de Bijlage van de Overeenkomst) (BMM, 2007c).

Sinds het voorjaar van 2003 worden in toenemende mate zeezoogdieren gemeld op het BDNZ, waarbij vooral de Bruinvissen en Witsnuitdolfijnen de belangrijkste soorten zijn. Dit is een algemene trend, waarvan de oorzaak mogelijk gezocht moet worden in de sterk verslechterde voedselomstandigheden in het noordelijkere verspreidingsgebied van deze soorten, hoewel andere oorzaken niet kunnen worden uitgesloten (Courstens *et al.*, 2006).

Vier zeezoogdiersoorten Gewone Zeehond, Grijze Zeehond, Bruinvis en Tuimelaar hebben residente populaties in de Noordzee: zij gebruiken dit gebied om zich voort te planten en voedsel te zoeken. Witsnuitdolfijn, Witflankdolfijn en Dwergvinvis vertoeven regelmatig met grote aantallen in grote delen van de Noordzee om zich te voeden (ICES, 2001). Op basis van strandingen aan de Belgische kust en zichtwaarnemingen op het BDNZ kunnen vier zeezoogdiersoorten als vrij algemene verschijningen in de Belgische mariene wateren beschouwd worden: Bruinvis, Witsnuitdolfijn, Gewone Zeehond en Grijze Zeehond. De aantallen Bruinvissen die voorkomen op het BDNZ zijn vele malen hoger dan de aantallen van de andere zeezoogdieren. Vandaar dat meer aandacht dient besteed te worden aan deze soort.

Van de vier meer algemene zeezoogdiersoorten is de Bruinvis de algemeenste soort in de Belgische mariene gebieden. Ze komen het hele jaar door voor in de Belgische zeegebieden, maar ze worden vooral in het voorjaar (januari tot en met april) vaak waargenomen. De aanwezigheid van de Bruinvis en de aantallen in Belgische mariene gebieden, zijn tamelijk onvoorspelbaar. Voorlopige gegevens lijken te



suggesteren dat in bepaalde gebieden meer Bruinvissen voorkomen dan in andere gebieden. Zo werden rond de Stroombank/Nieuwpoortbank opmerkelijk veel Bruinvissen waargenomen en ook rond de Thorntonbank en ten noorden van de Hinderbanken lijkt er een concentratie van Bruinvissen te zijn (Depestele *et al.*, 2008). Op de Bank Zonder Naam lijken Bruinvissen ondervertegenwoordigd. Echter gezien de mobiliteit van de zeezoogdieren, de migraties die zeezoogdieren ondernemen, en het gering aantal waarnemingen van zeezoogdieren verder uit de kust, is het op dit ogenblik zeer moeilijk om binnen het BDNZ migratiecorridors te bepalen of om gebieden aan te duiden die meer of minder belangrijk zijn voor zeezoogdieren (BMM, 2007c). In verhouding tot de totale populatiegrootte in de zuidelijke Noordzee stelt Stienen *et al.* (2003) dat de populatie Bruinvissen op het BDNZ op internationaal vlak van ondergeschikt belang is.

Uit het databestand van de BMM (niet gepubliceerd) blijkt dat er elk jaar enkele groepjes Witsnuitdolfijnen waargenomen worden op zee. Uit de analyse van een groot aantal gegevens blijkt dat de Witsnuitdolfijn in de zuidelijke Noordzee relatief zeldzaam is ten opzichte van de centrale en noordelijke Noordzee (Reid *et al.*, 2003). Stienen *et al.* (2003) stelt dat in verhouding tot de totale populatiegrootte van de Noordzee, de soort voor het BDNZ van weinig betekenis is.

In België bevinden zich geen zeehondenkolonies (meer), maar zowel Grijze Zeehond als Gewone Zeehond zijn aan onze kust de laatste jaren gewone verschijningen geworden (BMM, 2007c). Gewone Zeehond wordt voornamelijk gezien langs de kuststrook tijdens het najaar en in de wintermaanden (augustus - februari) en minder in het voorjaar. De grootste concentraties van Gewone Zeehond aan onze kust bevinden zich aan de Westkust (nabijheid van Vlaamse banken). De dichtst bij de Bank Zonder Naam gelegen locatie met kolonies van Gewone Zeehond is de Zeeuwse Delta met ongeveer 300 dieren (BMM, 2007c). Het aantal Grijze Zeehonden in de zuidelijke Noordzee is kleiner dan het aantal Gewone Zeehonden en in vergelijking met de noordzeepopulatie verwaarloosbaar.

Voor de autonome ontwikkeling mag gesteld worden dat bij het niet installeren van een windturbinepark op de Bank Zonder Naam de waarde voor mariene zoogdieren van de site nagenoeg hetzelfde zal blijven. Behalve bestaande (semi)-natuurlijke fluctuaties in het zeezoogdierbestand (bijvoorbeeld door veranderingen in de voedselbeschikbaarheid, of door verschuivingen in de overwinteringgebieden) zijn er geen aanwijzingen dat er momenteel belangrijke wijzigingen plaatsvinden in het gebied. Veranderingen in de verspreiding van zeezoogdieren als gevolg van de opwarming van de aarde zullen niet op korte termijn meetbaar zijn en zullen bijgevolg ook niet interfereren met een toekomstige monitoring van zeezoogdieren in het gebied (Stienen *et al.*, 2002).

## 4.5.2 Effectbeschrijving en –beoordeling

### ***Invertebraten en vissen***

#### **CONSTRUCTIEFASE**

De effecten die kunnen optreden tijdens de constructiefase zijn: vernietiging van de habitat (biotoopverlies), verlies aan organismen, verstoring (sedimentatie, geluid en trillingen, vrijkomen van sediment gebonden stoffen, olie). Met uitzondering van de vernietiging van biotoop en organismen, zijn de andere effecten tijdelijk.

Door de plaatsing van de windturbines en het transformatorplatform met de voorziene erosiebescherming zal er een deel van het biotoop van benthische organismen ingenomen worden. Dit verlies aan biotoop is sterk afhankelijk van het gekozen funderingstype en het aantal turbines (~ vermogen). Voor de monopile en multipode/jacket structuur is het direct biotoopverlies per turbine 707 m<sup>2</sup>. In het geval van de graviteitsfundering zal naast het direct biotoopverlies per turbine (18.225 m<sup>2</sup>), een aanzienlijk deel verstoord worden door de stockage van het uitgebaggerde zand (indirect biotoopverlies) voor de

funderingen. Afhankelijk van de keuze van stockage scenario, gaat 45.000 m<sup>2</sup>/turbine (dikte 1 m) of 9.000 m<sup>2</sup>/turbine (dikte 5 m) verstoord worden.

In het oorspronkelijke concessiegebied wordt in totaal (volledige windturbinepark) voor de monopile en multipode/jacket structuur maximaal 0,04 km<sup>2</sup> (3 MW) ingenomen, terwijl dit voor de gravitaire fundering oploopt tot 3,22 km<sup>2</sup> (3 MW) bij een stockage van 1 m. Indien men in dit laatste geval opteert voor een stockage van 5 m dan wordt het totaal biotoopverlies vermindert tot 1,39 km<sup>2</sup> (3 MW).

In het uitgebreide concessiegebied wordt in totaal (volledige windturbinepark) voor de monopile en multipode/jacket structuur maximaal 0,05 km<sup>2</sup> (3 MW) ingenomen, terwijl dit voor de gravitaire fundering oploopt tot 4,68 km<sup>2</sup> (3 MW) bij een stockage van 1 m. Indien men in dit laatste geval opteert voor een stockage van 5 m dan wordt het totaal biotoopverlies vermindert tot 2,01 km<sup>2</sup> (3 MW).

Het scenario waarbij gekozen wordt voor een stockage van het uitgebaggerde zand (gravitaire) in een laag van 5 m betekent een daling van de verstoring met ongeveer 43 %, zowel voor het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied. Dit effect doet zich onmiddellijk voor en is onomkeerbaar tijdens de exploitatiefase van het park. Ondanks de significante negatieve biotoopverstoring in het scenario 1 m stockage bij de gravitaire fundering voor het concessiegebied *sensu stricto*, is deze maximale oppervlakte-inname voor alle mogelijke scenario's klein in vergelijking met het gehele BDNZ (max. ca. 0,1%), en wordt het biotoopverlies voor benthische organismen gering (0/-) tot matig (-) negatief geschat, en dus ongeacht het funderingstype als aanvaardbaar beoordeeld.

De plaatsing van de funderingen en de erosiebescherming zal plaatselijk een verlies aan individuen tot gevolg hebben dat recht evenredig is met het verlies aan biotoop. Nagenoeg alle macrobenthos bevindt zich immers in de bovenste 10 cm van het sediment. Ook een deel van het epibenthos en de demersale vissen zullen beschadigd worden of sterven. Het betreft een rechtstreeks en onomkeerbaar effect.

Indien gekozen wordt voor de monopile of multipode/jacket fundering, wordt het negatieve effect als verwaarloosbaar beschouwd, ongeacht het oorspronkelijke of uitgebreide concessiegebied. In het geval van de gravitaire fundering krijgen we een significant stijging van het verlies aan organismen voor de concessiegebieden *sensu stricto* (meetbaar negatief effect (-)) ten opzichte van de twee andere funderingstypes, doch zal de invloed van de mortaliteit op de biomassa of op het functioneren van het plaatselijke ecosysteem (BDNZ) naar verwachting slechts een geringe (0/-) impact hebben (zowel voor het oorspronkelijke concessiegebied als het uitgebreide concessiegebied). Herkolonisatie van het verplaatste zand (stockage) zal bovendien in alle waarschijnlijkheid binnen het jaar plaatsvinden. Daarnaast is het zo dat een mogelijke sluiting van het gebied voor bepaalde activiteiten (zoals boomkorvisserij) een positief (+) effect zal hebben op zowel het benthos als het visbestand (refugium effect).

Tijdens de bouwfase zal het volledige concessiegebied algemeen verstoord worden. Deze verstoring zal voornamelijk het gevolg zijn van de productie van geluid en trillingen, het omwoelen van de zeebodem en de daaruit voortvloeiende wijziging in turbiditeit. De vertroebeling kan leiden tot het verstoppert van de filtermechanismen van mariene organismen met mogelijks fatale gevolgen, maar kan ook de beschikbaarheid van prooi voor vissen verhogen. Ondanks de voorziene verstoring (sedimentatie) door de aanleg van het offshore windturbinepark van vergelijkbare grootte-orde zal zijn als de zandontginningactiviteiten die plaatsvinden op de Noordzee, is de verstoring lokaal en tijdelijk. Bovendien is de aanwezige levensgemeenschap reeds goed aangepast aan het van nature zeer dynamische systeem, waardoor – analoog als de beschreven milieueffecten voor zandontginning - er een matig negatieve (-) invloed verwacht wordt door sedimentatie in zowel het oorspronkelijke als uitgebreide concessiegebied voor gravitaire fundering. Voor de monopile en multipode/jacket structuur wordt deze verstoring als geen (0) tot gering negatief ingeschat (0/-) gezien hier de hoeveelheden te verplaatsen zand veel lager liggen.

De meeste geluidshinder valt te verwachten tijdens het heien van de palen wanneer gekozen wordt voor een monopaal of multipode/jacketstructuurfundering. Deze verstoring kan tot significante effecten (gehoorschade, bloedingen, sterfte, gedragsveranderingen) leiden bij bepaalde vissen. Er heerst echter nog grote onzekerheid omtrent de grootte van het effect en soortspecifieke gegevens zijn nog niet voor handen. Op basis van de beschikbare literatuur en de recente monitoringsstudies in Horns Rev en Nysted (Dong energy *et al.*, 2006) wordt het effect van heien op vis momenteel als matig (-) (oorspronkelijk/uitgebreid (3 MW)) tot gering (0/-) (oorspronkelijke/uitgebreide (6 MW)) negatief beoordeeld voor de monopile/ multipode fundering. De impact van geluid bij een gravitaire fundering is praktisch onbestaande in vergelijking met de andere funderingstypes. Verder onderzoek is wenselijk.

## EXPLOITATIEFASE

De belangrijkste effecten ten gevolge van de exploitatie van het windturbinepark kunnen als volgt worden samengevat: introductie van hard substraat, geluid en trillingen en andere vormen van verstoring.

De introductie van hard substraat in zeegebieden die bijna uitsluitend bestaan uit zandige sedimenten kan beschouwd worden als het belangrijkste effect van de bouw van het windturbinepark. Het zal leiden tot een verhoging van de habitat heterogeniteit, en het ontstaan van een nieuwe gemeenschap typisch voor harde substraten. Het zal bovendien de abundantie en de biomassa van bepaalde soorten doen toenemen. Welke dier- en plantensoorten en in welke aantallen zij de kunstmatige structuren zullen bevolken, hangt af van de complexiteit en de hoogte van de structuur, de lichtinval, de waterdiepte en het soort materialen dat wordt gebruikt. Naargelang de invalshoek kan dit effect zowel positief (o.a. verhoogde biomassa en diversiteit) als negatief (o.a. verstoring natuurlijk habitat, nieuwe "schadelijke" soorten) beoordeeld worden.

De totale oppervlakte hard substraat is sterk afhankelijk van het funderingstype en het aantal turbines. Voor het volledige windturbinepark zal het volume hard substraat dat mogelijks gekoloniseerd kan worden door organismen (aanne: 20 m van de turbine + 1 m erosiebescherming) variëren tussen de 29.921 m<sup>2</sup> (monopile/ multipode/ jacket; 6 MW) en de 389.938 m<sup>2</sup> (gravitaire; 3 MW) voor het oorspronkelijke concessiegebied en tussen de 42.111 m<sup>2</sup> (monopile/ multipode/ jacket; 6 MW) en de 565.793 m<sup>2</sup> (gravitaire; 3 MW) voor het uitgebreide concessiegebied. In absolute termen een groter volume dan in het oorspronkelijke concessiegebied, maar relatief t.o.v. de concessie zone sensu stricto een kleiner aandeel namelijk max. 3,96 % (i.v.m. max. 4,06%).

De grootte van de impact –ongeacht of het nu positief of negatief geëvalueerd wordt, is op huidig ogenblik moeilijk in te schatten voor het offshore windturbinepark op de Noordzee. Het is duidelijk dat de oppervlakte geïntroduceerd hard substraat veel omvangrijker zal zijn in geval van een graviteitsfundering en in geval gekozen wordt voor de 3 MW opstelling (groter aantal turbines), dan bij een monopile of multipode/jacketstructuur. Het aandeel dat effectief beschikbaar is voor kolonisatie door organismen is – ongeacht het funderingstype- relatief klein daar zowel de funderingen als een groot deel van de erosiebescherming ingegraven liggen in de zeebodem en dus volledig bedekt zullen worden door het oorspronkelijk zachte substraat. Er kan dus verwacht worden dat ondanks de significante wijziging ten opzichte van de oorspronkelijke situatie (+ of -), het effect als aanvaardbaar beschouwd kan worden gezien zowel het ingenomen oppervlak door deze artificiële structuren als het beschikbare oppervlak voor de ontwikkeling van een nieuwe gemeenschap relatief gering is ten opzichte van het Belgische Deel van de Noordzee (< 0,01 %).

Onderwatergeluid heeft waarschijnlijk de meeste invloed op vissen en zoogdieren. Geluid speelt namelijk een rol in het detecteren en vangen van prooien, het communiceren, het verjagen van vijanden, etc. De emissies van geluid en trillingen in de mariene waterkolom kunnen leiden tot een gedragsverandering of een reductie van de habitatgrootte. De grootte van het effect of de schade, alsook de mate van gewinning, is mede afhankelijk van de gevoeligheid van een bepaalde vissoort voor het geluid. Het

kwantificeren van de impact vereist dus soortspecifieke data en deze zijn voor de het beschouwde gebied nog niet voorhanden. Uit de berekeningen in het hoofdstuk geluid, kwam men tot de vaststelling dat binnen de veiligheidszone (500 m) het onderwatergeluid vermoedelijk volledig gemaskeerd wordt door het bestaande achtergrondgeluid. Ook de resultaten van het windturbinepark in Denemarken geven niet direct een indicatie dat geluid en trillingen een negatieve impact veroorzaken op de visgemeenschap tijdens exploitatie. In vergelijking met de start van het windturbinepark hebben zich zelfs enkele nieuwe vissoorten gevestigd in het gebied. Verder onderzoek is wel aangewezen.

Ondanks het feit dat het niet eenvoudig is om deze impact kwantitatief in te schatten, kan verondersteld worden dat de effecten van geluid en trillingen tijdens de exploitatiefase van minder belang zijn en dat technologische verbeteringen mogelijks nog kunnen leiden tot verdere reducties van de impact.

Het schaduw-effect van de roterende wieken op vissen is niet gekend.

Er worden geen negatieve effecten (0) verwacht op de waterkwaliteit of ten gevolge van hydrodynamische veranderingen, zowel voor het oorspronkelijke als uitgebreide concessiegebied.

## **ONTMANTELINGSFASE**

Grosso modo kan worden gesteld dat de ontmanteling van het park uit gelijksoortige operaties bestaat als de bouw, doch de volgorde van uitvoering is omgekeerd. Voor de ontmantelingsactiviteiten wordt uitgegaan van het inzetten van soortgelijk materieel als bij de installatie van het park. ELDEPASCO engageert zich om de site in voldoende mate in haar oorspronkelijke staat te herstellen indien dit om redenen van bestemming, gebruik of ecologische criteria noodzakelijk is.

Algemeen mag worden gesteld dat de effecten van de ontmantelingfase gelijkaardig zullen zijn aan die van de bouwphase, maar dat de intensiteit van voorkomen veel lager zal zijn. De geluidsverstoring blijft bijvoorbeeld beperkt tot de geluiden geproduceerd door de betrokken scheepvaart en de ontmantelingsactiviteiten (afsnijden van turbines tot 2 m onder de zeebodem; weghalen gravitaire fundering). De significante geluidsverstoring ten gevolge van het heien (monopile/ multipode fundering) tijdens de constructiefase is tijdens de ontmantelingsfase dus niet meer aanwezig. Ook het biotoopverlies en het daarmee gepaard gaande verlies aan organismen blijft beperkt tot de oppervlaktes die effectief verstoord worden tijdens de ontmantelingsfase (geen indirect biotoopverlies meer ten gevolge van stockage (gravitaire fundering)). De effecten variëren van (vrijwel) geen effect (0) tot een gering negatief effect (0/-), afhankelijk van het aantal turbines (3 MW configuratie > 6 MW configuratie).

## **BEKABELING**

De effecten ten gevolge van de bekabeling zijn onafhankelijk van het funderingstype en het gekozen vermogen van de windturbine, en ongeacht het oorspronkelijke of uitgebreide concessiegebied.

Langsheen het volledige kabeltracé zal een tijdelijke verstoring (omwoelen van de zeebodem en het sediment en wijziging van de turbiditeit) optreden, maar deze wordt als niet significant beoordeeld.

De transmissie van elektriciteit door zeekabels zal leiden tot het opwekken van elektrische en magnetische velden. Deze elektromagnetische velden zijn afhankelijk van het type kabel (33 kV versus 150 kV). Elektromagnetische velden kunnen een effect hebben op bepaalde gevoelige soorten, maar uitgaande van de beschikbare kennis is grootte van de impact en de oorzaak-effect relatie nog niet voldoende duidelijk. Het effect is het best gekend en het grootst voor de roggen en haaien die praktisch niet in het projectgebied voorkomen. Op basis van dit gegeven en het gegeven dat ingraven tot 1 m (parkkabels) à 2 m (landkabel) diepte milderend werkt (reductie met kwadraat van de diepte), kan voorlopig aangenomen worden dat er vrijwel geen effect (0) zal zijn.

De kabels die ingegraven worden zullen een zekere warmteafgifte bezitten. Wegens de diepteligging van de kabels, zal dit voor een beperkte en zeer lokale opwarming zorgen van de zeebodem aan het oppervlak. Het effect wordt als verwaarloosbaar beoordeeld (0/-).

## **Vogels**

De effecten van een windturbinepark op vogels zijn zeer variabel en hangen af van tal van factoren, waardoor de impact van elk windturbinepark verschillend is en individueel dient beoordeeld te worden. Een studie naar de lokale situatie is onontbeerlijk om tot een juiste inschatting te komen van de effecten ter plaatse. De effectbespreking is in het algemeen toepasselijk voor het ruimer studiegebied "Bank Zonder Naam". Indien relevant worden de effecten afzonderlijk besproken voor de verschillende configuraties in het oorspronkelijke en het uitgebreide concessiegebied.

Vogels kunnen op twee manieren hinder ondervinden van windturbines. In de eerste plaats kunnen zij met delen van de turbines (voornamelijk de rotorbladen) in aanvaring komen en daarbij gedood worden of gewond raken (aanvaringsaspect). Daarnaast kunnen vogels door de turbines worden verstoord (verstoringaspect), in de vorm van habitatverlies, beperking van de vliegroutes, verstoring door aanwezigheid van de turbines.

## **CONSTRUCTIEFASE**

Tijdens de bouwphase kan er een verstoring optreden van de mariene avifauna als gevolg van de werkzaamheden, maar de reacties zijn sterk soortafhankelijk. Verstoringsoevoelige soorten (vb. Roodkeelduiker, Zwarte Zee-eend, Fuut, Zeekoet, Alk) kunnen tijdelijk het gebied mijden; andere soorten (vb. meeuwen) kunnen mogelijk voordelen hebben van de werkzaamheden (baggerwerken, scheepsactiviteit) door het tijdelijk beschikbaar komen van voedsel (omwoelen van bodem, verhoogde scheepsactiviteit).

Van de verstoringsoevoelige soorten komen enkel de niet-kustgebonden soorten Zeekoet en Alk voor ter hoogte van de Bank Zonder Naam. Zeekoet en Alk kennen echter hun hoogste dichtheden ter hoogte van de Bank Zonder Naam in het winterhalfjaar (oktober – maart) (Stienen & Kuijken, 2003; Vanermen et al., 2006) waardoor het effect tijdens de constructiefase (periode april tot oktober) gering zal zijn.

Algemeen kan er dus vanuit gegaan worden dat het effect groter zal zijn in het uitgebreide concessiegebied (ca. 14,50 km<sup>2</sup>) dan in het oorspronkelijke concessiegebied (ca. 9 km<sup>2</sup>). Maximaal komt dit neer op een gebied die ca. 0,40 % van het BDNZ beslaat, waardoor de verstoring beperkt in omvang blijft.

Het effect tijdens de constructiefase is dus tijdelijk en beperkt in omvang (max. 0,40 % van BDNZ). Het effect wordt daarom voor de verschillende funderingstypes (monopile, multipode/jacket, gravitaire fundering) en turbinegroottes (range 3 MW - 7 MW) als gering negatief (0/-) beoordeeld.

## **EXPLOITATIEFASE**

### Trekvogels en lokale vliegbewegingen

Op de Bank Zonder Naam komen er in het voor- en najaar Drieteenmeeuw, Kleine Mantelmeeuw, Grote Mantelmeeuw, Jan van Gent en Noordse Stormvogel in sterk verhoogde dichtheden voor. Welke vogelsoorten er tijdens de trekperiodes precies verstoord zullen worden door de windturbines en welke in aanvaring zullen komen met de windturbines is moeilijk te voorspellen. De Bank Zonder Naam ligt waarschijnlijk voor enkele offshore soorten binnen de trekroute, maar waarnemingen uitgevoerd door

Vanermen *et al.* (2006) tonen aan dat de doortrek van vogelsoorten het meest intens is langsheen de kust; verder op zee gebeurt de trek via een breed front.

Op basis van de verstoringsgevoeligheidsscore (Vanermen *et al.*, 2006) kan verwacht worden dat het verstoringseffect op de zeevogels, die in verhoogde aantallen voorkomen ter hoogte van de Bank Zonder Naam tijdens de trekperiodes, eerder beperkt zal zijn. De voorkomende soorten zijn nl. matig gevoelig voor verstoring. Op basis van de aanvaringsgevoeligheidsscore (Vanermen *et al.*, 2006) en de dichtheden op de Bank Zonder Naam gedurende de trekperiodes in het voor- en najaar, kan verwacht worden dat onder de aanvaringsslachtoffers vooral Drieteenmeeuwen, Grote Mantelmeeuwen en Jan van Genten zullen vallen. Echter de kans dat Jan van Gent en Drieteenmeeuw binnen rotorbereik ( $> 25$  m) vliegen, is klein: slechts 4 % vloog op windturbinehoogte (Vanermen *et al.*, 2006), zodat verwacht mag worden dat het aantal slachtoffers onder de Jan van Genten en Drieteenmeeuwen eerder gering zal zijn. Grote en Kleine Mantelmeeuw vlogen het hoogst: nl. respectievelijk 14 % en 12 % werd op rotorhoogte waargenomen (Vanermen *et al.*, 2006). Deze soorten zullen door de combinatie van hun groot formaat, lage wendbaarheid en vlieghoogte het gevoeligst zijn voor aanvaring. Onder de aanvaringsslachtoffers zullen dus waarschijnlijk vooral Grote en Kleine Mantelmeeuwen vallen.

De geplande 3 MW turbines op de Bank Zonder Naam zullen, bij een gelijkblijvend totaal aantal MW, waarschijnlijk een groter aanvaringsrisico bij de vogels met zich meebrengen dan de 6 MW (7MW) turbines. Algemeen gezien kan hiernaast gesteld worden, dat hoe groter het aantal windturbines, hoe hoger de verstoring. De grootste effecten worden dan ook verwacht voor de 3 MW-opstelling in het uitgebreide concessiegebied (totaal: 72 turbines).

Tijdens de zogenaamde 'fall-condities' kunnen mogelijks meerdere windturbineslachtoffers vallen onder zangvogels. Dit effect is echter nu nog niet in te schatten; verder onderzoek aangaande 'fall-condities' is noodzakelijk.

De totale impact (zowel verstorings- als aanvaringseffect) van het windturbinepark op de Bank Zonder Naam (zowel voor het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied) voor de verschillende funderingstypes (monopile, multipode/jacket en gravitaire fundering) en turbinegroottes (3 MW tot 7 MW) wordt als gering negatief (0/-) ingeschat.

De impact van een windturbinepark op lokale vliegbewegingen zal waarschijnlijk marginaal zijn, maar goede gegevens hierover ontbreken.

### Pleisterende, foeragerende zeevogels

Welke soorten er onder de pleisterende en foeragerende zeevogels precies verstoord zullen worden door de werkende windturbines en welke in aanvaring zullen komen met de windturbines is moeilijk te voorspellen. Er wordt verondersteld dat het waarschijnlijk vooral Zeekoeten zullen zijn die verstoord zullen worden en waarschijnlijk vooral Drieteenmeeuwen die in aanvaring zullen komen. Uit onderzoek van Vanermen *et al.* (2006) blijkt echter dat de kans dat Drieteenmeeuwen op rotorhoogte vliegen, klein is.

Er kan verwacht worden dat de impact (zowel verstorings- als aanvaringseffect) van het windturbinepark op de pleisterende en foeragerende zeevogels op de Bank Zonder Naam voor de verschillende funderingstypes (monopile, multipode/jacket en gravitaire fundering) en windturbinegroottes (3 MW tot 7 MW) gering negatief (0/-) zal zijn. Verder is de oppervlakte die verdwijnt voor pleisterende en foeragerende zeevogels beperkt (0,25 % (oorspronkelijke concessiegebied) tot 0,40% (uitgebreide concessiegebied) van BDNZ). De geplande 3 MW turbines op de Bank Zonder Naam zullen, bij een gelijkblijvend totaal aantal MW, waarschijnlijk een groter aanvaringsrisico bij de vogels met zich mee brengen dan de 6-7 MW turbines.

## **ONTMANTELINGSFASE**

Algemeen mag worden verwacht dat de effecten tijdens de ontmantelingsfase van dezelfde aard zullen zijn als deze tijdens de constructiefase.

## **BEKABELING**

Het aanleggen van de kabels kan een tijdelijke verstoring van de avifauna tot gevolg hebben door een wijziging in het voedselaanbod als gevolg van een verandering van de turbiditeit in de waterkolom. Verstoring van de bodem zorgt namelijk voor een verhoging van de turbiditeit wat een effect kan hebben op vissen met filtermechanismen en op de zichtbaarheid voor visetende vogels. Zwarte Zee-eend en Roodkeelduiker zijn de meest verstoring gevoelige soorten. Aangezien zij visetende vogels zijn, kunnen zij eveneens het meest beïnvloed worden door een verhoging van de turbiditeit als gevolg van de aanleg van de kabels. Aangezien deze effecten echter tijdelijk en beperkt in omvang zijn, wordt het effect op avifauna als gevolg van de aanleg van de kabels als verwaarloosbaar (0/-) ingeschat.

De aanwezigheid van de kabels tijdens de exploitatiefase zullen waarschijnlijk geen rechtstreeks effect hebben op de avifauna.

## ***Zeezoogdieren***

## **CONSTRUCTIEFASE**

Tijdens de bouw van het windturbinepark kan verstoring van de zeezoogdieren optreden als gevolg van het uitvoeren van werkzaamheden zoals vb. de toenemende turbiditeit van het water, onderwaterbewegingen, geluid en andere activiteiten op de zeebodem. Het zijn hoofdzakelijk bouwactiviteiten die gepaard gaan met een verhoging van het onderwatergeluid en trillingen die een negatieve impact hebben op zeezoogdieren, vooral dan het heien van palen met hydraulische hamers. De effecten op zeezoogdieren variëren van verstoring (tot op tientallen km van de werf) tot blijvende fysische schade (binnen enkele honderden m van de werf) en mogelijk zelfs de dood. Een ander aspect van de impact van het geluid op organismen is de duur van het geluid: blootstelling van een kortere duur veroorzaakt minder schade dan een langere blootstelling aan hetzelfde geluidsniveau (BMM, 2007c). Er wordt verwacht dat zeezoogdieren de site waar de bouwactiviteiten plaatsvinden en de onmiddellijke omgeving ervan tijdelijk zullen verlaten. Na het beëindigen van de constructiefase zullen zeezoogdieren waarschijnlijk terugkeren naar het windturbinepark.

Niettegenstaande het effect van het heien van palen van korte duur is, wordt het als milderende maatregel toch nodig geacht om tijdelijke afschrikmechanismen te voorzien, om de kans op gehoorschade bij zeezoogdieren zo minimaal mogelijk te houden. Indien met deze milderende maatregel rekening wordt gehouden, wordt het effect van het heien op zeezoogdieren als gering negatief beschouwd.

Verder kan de bouw van windturbineparken de voedselbronnen voor zeezoogdieren beïnvloeden (vb. vermindering in vispopulaties). De gebieden kunnen daardoor minder aantrekkelijk worden voor zeezoogdieren, waardoor ze het gebied kunnen verlaten. De vermindering in voedselbronnen is waarschijnlijk tijdelijk en kan zich opnieuw herstellen wanneer de constructie van het windturbinepark is afgerond. Er wordt ook verwacht dat zeezoogdieren na herstel van de voedselbronnen terug zullen keren naar het gebied.

Gezien de tijdelijke duur en de beperkte, ruimtelijke spreiding (0,25 % van BDNZ bij het oorspronkelijke concessiegebied en 0,40 % bij het uitgebreide concessiegebied) van de werkzaamheden, de mobiliteit van zeezoogdieren en de huidige aantallen waargenomen zeezoogdieren op het BDNZ, zal de invloed van de werken tijdens de constructiefase beperkt zijn en niet permanent. Indien rekening wordt gehouden

met een aantal preventieve maatregelen bij heiwerkzaamheden, wordt het effect op zeezoogdieren tijdens de constructiefase als gering negatief (0/-) ingeschat en dit zowel bij het oorspronkelijk als bij het uitgebreide concessiegebied.

## **EXPLOITATIEFASE**

Werkende windturbines zullen geluid en trillingen produceren, die waarschijnlijk een impact zullen hebben op en hoorbaar zullen zijn voor zeezoogdieren. De effecten van geluid en trillingen van de 3 en de 6 MW (7 MW) windturbines kunnen door ontbreken van onderzoeksgegevens op huidig moment nog niet ingeschat worden, maar sterk verstorende effecten zoals trauma's of sterfte vallen niet te verwachten. Eventueel kan gewinning optreden.

De fysische aanwezigheid van de windturbines (vb. reflectie in de zon, schaduwen van de roterende wieken) kan een impact hebben op bepaalde zeezoogdieren en leiden tot een vermindering in gebruik van het gebied of het verlaten van het gebied. Maar zeezoogdieren kunnen er ook door aangetrokken worden: om het als rustplaats te gebruiken of als verdediging tegen predatoren. Het effect van de fysische aanwezigheid van de windturbines op zeezoogdieren wordt als verwaarloosbaar ingeschat. Op termijn kan bij de zeezoogdieren gewinning optreden.

Er wordt verwacht dat onderhoudsactiviteiten een verstorend effect zullen hebben op zeezoogdieren. Dit effect wordt als gering negatief beoordeeld omwille van zijn tijdelijke aard en omwille van de beperkte zone op het BDNZ die zal beïnvloed worden. Bovendien kan er verwacht worden dat zeezoogdieren enige gewinning zullen vertonen ten opzichte van de onderhoudsactiviteiten binnen het windturbinepark.

Door het plaatsen van funderingen en erosiebescherming kan er een nieuw, artificieel, hard substraat gecreëerd worden, wat meer epifauna en –flora en daardoor waarschijnlijk ook prooivissen kan aantrekken. Tijdens de exploitatiefase kan er dus eventueel een toename zijn van zeezoogdieren in het park of in de omgeving van het park, door het beschikbaar zijn van meer voedsel rond de funderingen of door het beschikbaar komen van andere voedselbronnen, maar eventueel ook door het wegvallen van visserij in het gebied. Er kan verwacht worden dat meer zeezoogdieren aangetrokken worden rond een gravitaire fundering in vergelijking met een monopaal en een multipode/jacket, doordat vermoedelijk meer vissen worden aangetrokken bij een gravitaire fundering. Dit kan bijgevolg een positieve invloed hebben op zeezoogdieren.

De effecten op zeezoogdieren gedurende de exploitatiefase worden als gering negatief (0/-) ingeschat zowel voor het oorspronkelijk als voor het uitgebreide concessiegebied. Maar aangezien de mogelijke effecten chronisch kunnen zijn gedurende een lange periode, dient een monitoring van deze effecten in een monitoringplan te worden opgenomen.

## **ONTMANTELINGSFASE**

In het worst case scenario mag worden verwacht dat de effecten tijdens de ontmantelingsfase van dezelfde aard zullen zijn als deze tijdens de constructiefase: er zal verstoring van zeezoogdieren optreden. Echter doordat er tijdens de ontmantelingsfase niet geheid en gebaggerd zal worden en de harde substraten normaliter worden achtergelaten, zal die verstoring een minder negatief effect hebben dan in de constructiefase.

Tijdens de ontmantelingsfase wordt het effect op zeezoogdieren daarom als gering negatief (0/-) ingeschat.



## **BEKABELING**

Het aanleggen van de kabels in de constructiefase kan een verstoringseffect hebben op zeezoogdieren. Dit effect is echter tijdelijk, beperkt in omvang en wordt daarom als gering negatief beschouwd. Na het leggen van de kabel zal de omgeving zich herstellen. Tijdens de exploitatiefase zullen de magnetische velden, opgewekt door de kabels, waarschijnlijk geen waarneembaar effect hebben op de zeezoogdieren. Zeezoogdieren bevinden zich vnl. in de waterkolom waar het effect van magnetische straling eerder beperkt zal zijn.

De verwachte effecten van de bekabeling op zeezoogdieren worden als gering negatief (0/-) ingeschat en zijn dus verwaarloosbaar.

### **4.5.3 Milderende maatregelen**

#### ***Invertebraten en vissen***

Tijdens de bespreking van de effecten werden een aantal leemtes in de kennis vastgesteld: soortspecifieke invloed van geluid en trillingen, het effect van elektromagnetische velden en van de ontstane warmteontwikkeling. Ook de impact van de introductie van hard substraat in het natuurlijke zandige biotoop blijft onzeker. Gezien deze leemtes is het moeilijk om in detail milderende maatregelen uit te werken. De klemtoon wordt dan ook gelegd op een degelijk monitoringsprogramma (in afstemming met ander windenergie initiatieven) dat deze leemtes in de kennis tracht in te vullen.

#### ***Vogels***

Bij de mitigerende maatregelen moet de aandacht gaan naar het aanbrengen van de vereiste waarschuwingssignalen indien de ervaring leert dat hiermee een noodzakelijke en effectieve reductie van de aanvaringsrisico's kan worden gerealiseerd.

Het is aangewezen om de referentiesituatie op vlak van de voorkomende vogelsoorten te kennen, vooraleer de bouwwerkzaamheden van start gaan. Indien na deze bepaling van de referentiesituatie blijkt dat het gebied waar het windturbinepark zal gebouwd worden een belangrijk rustgebied is voor bepaalde zeevogels (met name voor duikers, Zeekoet, Alk), dient erop toegezien te worden om elders op het BDNZ beschermde gebieden te reserveren of bestaande gebieden te vergroten.

#### ***Zeezoogdieren***

Niettegenstaande de tijdelijke aard van het heien van palen, en de ogenschijnlijk beperkte aanwezigheid van zeezoogdieren in de buurt van het project worden er mitigerende maatregelen voorgesteld. België heeft in internationaal verband (Europese Habitatrichtlijn Bijlage II, IV en ASCOBANS) verplichtingen op zich genomen om zeezoogdieren te beschermen en om negatieve impacten (in het bijzonder van akoestische aard) zoveel mogelijk te vermijden. Daarom zijn bij heiwerkzaamheden preventieve maatregelen vereist zoals het gebruik van een akoestisch afschrikmiddel en het toepassen van een 'ramp-up' procedure, waarbij de eerste heislagen met een minimale kracht worden gegeven en de kracht langzaam wordt opgebouwd.

Indien zou blijken dat bij bepaalde stappen in het proces van het plaatsen van de funderingen geluiden zouden ontstaan die vergelijkbaar zijn met deze die ontstaan bij het heien van palen of die potentieel gevaarlijk zijn voor zeezoogdieren, dan moeten ook de bovenbeschreven maatregelen toegepast worden.

## **4.6 ZEEZICHT & CULTUREEL ERFGOED**

### **4.6.1 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling**

De zee en het strand wordt door de bevolking als positief ervaren. De kust is namelijk een belangrijke toeristische trekpleister in België, zowel voor de ééndagstoeristen als voor de langere verblijvers.

In tegenstelling tot het zicht op zee wordt het zicht op de kustlijn in de richting van het binnenland gekenmerkt door een opeenvolging van hoogbouw.

Beweging in het landschap veroorzaakt door vaartuigen vormen een onderdeel van de landschapsbeleving voor de mensen op de dijk. Vooral ter hoogte van de zeehavens is er een druk verkeer van af- en aanvarende schepen. Vooral bij mooi en helder weer wordt beweging in het landschap door vrachtschepen, vissers, recreatievaart en surfers, waargenomen.

Langsheen de kustlijn zijn een groot aantal al dan niet beschermde erfgoedwaarden gelegen. De belangrijkste zijn een aantal duin- en poldergebieden, pieren, vuurtorens, het fort van Napoleon, enz.

Op zee bestaat het cultureel erfgoed voornamelijk uit scheepswrakken. Ter hoogte van de Bank Zonder Naam zijn geen wrakken gelegen. Op het kabeltracé dat aansluit op het onderstation van Zeebrugge bevinden zich voornamelijk ter hoogte van de Vlake van de Raan wrakken.

### **4.6.2 Effectbeschrijving en –beoordeling**

Tijdens de bouw van de windturbines zal er een tijdelijke visuele wijziging van het landschap optreden zowel op land ten gevolge van de premontage van de turbines en andere onderdelen van het windturbinepark op een bouwlocatie in een nabijgelegen haven als op zee ten gevolge van het af- en aanvaren van schepen met materiaal en de aanwezigheid van allerlei technische middelen en materialen, zoals platformen, ... ter hoogte van de site. Dit kan aanleiding geven tot een verhoogde toeristische activiteit. Deze beleving kan zowel negatief (rustverstoring bewoners) als positief (toeristische attractie) ingeschat worden, maar blijft voor de bouw van één park nagenoeg onbestaande (0) in vergelijking met andere effecten.

De bouw van het windturbinepark zal geen direct en indirect effect hebben op het cultureel en landschappelijk erfgoed langsheen de kustlijn Knokke-Oostende.

Gezien het windturbinepark op minstens 35 km in zee wordt geplaatst, zullen zowel de constructieactiviteiten op zee als de eigenlijke windturbines zo goed als niet te zien zijn. Enkel bij helder weer kan er verwacht worden dat de windturbines zichtbaar zullen zijn. De visuele impact als gevolg van het project wordt bijgevolg als verwaarloosbaar (0/-) beoordeeld, zowel voor het oorspronkelijk als het uitgebreide concessiegebied. Bijkomend kan er gesteld worden dat de aanwezigheid van een windturbinepark door sommige mensen als attractief of rustgevend zal ervaren worden.

Tijdens de bouw en exploitatie dient gezorgd te worden voor de nodige maatregelen om de veiligheid van scheepvaart, luchtvaart en visserij te waarborgen. Het is hierbij noodzakelijk dat de specificaties (IALA Richtlijn O-117 en O-114; Circulaire Bebakening Hindernissen, 12/06/06) van de bevoegde instanties opgevolgd worden.

Zoals beschreven in de referentiesituatie zijn er op het kabeltracé naar Zeebrugge enkele wrakken gelegen. Het is aangewezen om (op basis van een voorafgaandelijke screening van de zeebodem) het tracé zo aan te passen dat wrakken vermeden worden bij het aanleggen van de kabel.

De effecten op het zeezicht en het cultureel erfgoed zullen tijdens de ontmantelingsfase gelijkaardig zijn als tijdens de bouwfase. Zoals hiervoor gesteld is wordt dit effect als verwaarloosbaar beoordeeld.

### **4.6.3 Milderende maatregelen**

Om het effect op de aanwezige wrakken zo gering mogelijk te houden, is het noodzakelijk dat er een scanning van de zeebodem gebeurt. Gezien voor het kabeltraject naar een synergie gestreefd wordt met het windturbinepark van Belwind, kan een gezamenlijke screening (side scan sonar) voor beide geplande windturbineparken uitgevoerd worden.

Om het effect van verstoring zo gering mogelijk te houden is het tevens aangewezen om de aanleg van de kabels voor de verschillende parken indien mogelijk op elkaar af te stemmen.

## **4.7 MENS**

### **4.7.1 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling**

In de Belgische mariene gebieden kunnen volgende gebruikers worden onderscheiden: scheepvaart, visserij, maricultuur, luchtvaart, zand- en grindwinning, baggeren en storten van baggerspecie, gaspijpleidingen en telecommunicatiekabels, militair gebruik, windenergie projecten, oceanologische waarnemingsstations, toerisme en recreatie, wetenschappelijk onderzoek. Daarnaast is de zeebodem ook bezaaid met scheepswrakken en worden bepaalde gebieden beschermd omwille van hun natuurwaarden (Ramsar, Natura 2000, vogel- en habitatrichtlijngebieden, SBZ,...).

Zowel de oorspronkelijke als de uitgebreide concessiezones zijn in gebruik voor visserij en militaire oefeningen. In de nabije omgeving liggen scheepvaartroutes, extractiezones, kabels en pijpleidingen en het concessiegebied van Belwind (windenergie) en C-Power (windenergie + maricultuur). Het voorgestelde kabeltraject naar Zeebrugge kruist geen enkele bestaande operationele kabel of pijpleiding, maar kruist wel de scheepvaartroute "het Scheur" en de Speciale Beschermingszone SBZ-3.

Binnen de niet technische samenvatting hebben we ons beperkt tot het beschrijven van de activiteiten die effectief in het concessiegebied plaatsvinden. Gezien er geen potentiële interacties zijn met andere activiteiten in de nabije omgeving of verder op het BDNZ, zijn deze activiteiten hier niet verder opgenomen. In het hoofddocument van het MER wordt wel kort stil gestaan bij de activiteiten in de nabije omgeving. Algemeen was de conclusie dat geen negatieve invloeden (0) verwacht worden van de bouw en exploitatie van het Eldepasco windturbinepark, zowel voor het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied.

### **Visserij**

De vangst op platvis (schol, tong, pladijs) met boomkor is de belangrijkste visserij op het BDNZ en concentreert zich vooral op de geulen tussen de zandbanken. Garnaalvisserij aan de ander kant zal zich dan weer eerder op de zandbanken oriënteren. Deze vindt voornamelijk plaats dicht bij de kust.

Zowel op internationale als nationale schaal heeft de visserij sector te kampen met socio-economische problemen door 1) een stelselmatige afname van de bestaande biomassa in de hogere trofische niveaus van het Noord-Atlantische gebied sinds 1950 en 2) een stijgende visintensiteit tussen 1950-1975. Onderzoekers zijn tot de conclusie gekomen dat de huidige visexploitatie niet kan aanhouden en dat het hoger trofisch niveau van vissen met het oog op de tegenwoordige trends binnen enkele decennia volledig verdwenen zal zijn in het Noord-Atlantische gebied (Christensen *et al.*, 2002). Dit komt ook naar voren uit het feit dat het bestand van bijna alle soorten gerangschikt wordt als "buiten de veilige biologische grenzen".

De Belgische visserij vertoonde een verhoogde aanvoer tussen 1950 en 1955, waarna een stelselmatige daling in de aanvoer en vlootomvang (eind 2006: 107 vaartuigen) werd opgetekend. De economische situatie in de Vlaamse zeevisserij baart de betrokkenen grote zorgen als gevolg van een jaarlijkse afnemende rendabiliteit. Speciaal voor de grote bokken binnen het Groot Vloot Segment is een zeer uitgesproken achteruitgang vast te stellen in de winstcijfers (-13,8%) ten gevolge van een sterke stijging van de kosten ten opzichte van de omzet (besomming). Deze kostentoeename is grotendeels te wijten aan een stijgende gasolieprijs vanaf 2005. De relatieve aanvoer (% aandeel) van de verschillende vissoorten wijzigde nagenoeg niet. De dalende aanvoer en stijgende kosten werden enigszins gecompenseerd door een algemene stijging van de visprijs de laatste jaren.

Ontwikkelingen in het Europese Visserijbeleid laten vermoeden dat verdere quotabeperkingen en flankerende maatregelen (zoals technische maatregelen en beperkingen in vaardagen) alleen maar een versterking van de hierboven geschetste trends tot gevolg zullen hebben op korte en middellange termijn.

### **Militaire activiteiten**

Het concessiegebied (zowel oorspronkelijke als uitgebreide) van Eldepasco is gelegen in de militaire zone waar schietoefeningen gebeuren op drijvende doelen. Gezien deze militaire zone grotendeels overlapt met de windconcessie zone afgebakend volgens het KB van 17/05/2004, is er een akkoord binnen de regering dat er binnen de offshore zone (cfr concessie KB) geen militaire oefeningen worden gedaan. Eens de concessie (waar bij de aflevering defensie ook een advies geeft) verkregen, is er dus 100 % juridische garantie dat er geen oefeningen meer zullen gebeuren. De afspraak is wel zo dat dit wel nog tijdelijk kan zolang er effectief geen turbines staan. Op termijn wordt de militaire oefenzone iets verplaatst, zodat er geen overlapping meer zal zijn. (m.m. Cathy Plasman - Adviseur Kabinet Landuyt)

## **4.7.2 Effectbeschrijving en –beoordeling**

### **Visserij**

Voor de beschrijving van de effecten op de visserij werd o.a. een beroep gedaan op de studie Mackinson *et al.* (2006) naar de visie van de visserij gemeenschap over de potentiële socio-economische effecten van offshore windturbineparken op hun sector.

Het potentieel verlies van toegang tot de traditionele visgronden wordt algemeen ervaren als het belangrijkste negatieve effect van de ontwikkeling van windturbineprojecten op zee. De aanleg van het windturbinepark (inclusief veiligheidszone) zou leiden tot een bijkomend verlies aan visgronden van 0,5 % (oorspronkelijk) tot 0,68 % (uitgebreid) voor het BDNZ. De impact ten gevolge van het beschreven windturbineproject is dus gering negatief (0/-) en is bovendien veel minder relevant dan het reeds vermelde inkomstenverlies ten gevolge van schommellende brandstofprijzen en de beperkingen opgelegd door het Europese visserijbeleid. Daarenboven heeft recent wetenschappelijk onderzoek aangetoond dat het afsluiten van kleine gebieden voor de boomkorvisserij, zou kunnen leiden tot een significant positieve invloed (++) op de visserij in de omgeving (stijging vangsten).

Naast het ruimtelijke verlies maken de vissers zich zorgen over de korte en langetermijneffecten tijdens de constructie en exploitatie fase. Tijdens de constructiefase wordt het heien van de palen als belangrijkste oorzaak gezien voor veranderingen in het visgedrag, terwijl het leggen van kabels voor een tijdelijke sedimentverstoring zal zorgen. De te verwachten belangrijkste effecten in de exploitatiefase zijn de veranderingen in het visgedrag ten gevolge van elektromagnetische stralingen uitgezonden door kabels en de introductie van harde substraten (Mackinson *et al.*, 2006). Er heerst echter nog onzekerheid over de grootte van deze impact en de soortspecificiteit ervan. Voor een bespreking van deze effecten en hun leemtes in de kennis wordt verder verwezen naar het hoofdstuk "Fauna en flora".

### **Militaire activiteiten**

Wegens de beperkte militaire activiteiten (maximaal 5 oefeningen per jaar) in deze zone worden er geen effecten verwacht van het geplande windturbineproject (zowel voor de wijziging als de uitbreiding) op deze militaire activiteiten.

### **Andere activiteiten**

Met alle andere menselijke activiteiten op en in de Belgische mariene wateren worden geen conflicten verwacht tijdens de bouw en exploitatie van het windturbinepark. De activiteiten situeren zich immers op voldoende afstand van het windturbinepark met bijhorende bekabeling of de activiteiten zijn temporeel van elkaar gescheiden.

Het kruisen van de scheepvaartroutes zal gebeuren in overleg met de bevoegde instanties en conform de internationale veiligheidsvoorschriften. Er mag worden aangenomen dat er zich geen effecten zullen voordoen tengevolge van de bekabeling van het windturbinepark.

Het enige conflict vanuit milieuoogpunt dat kan bestaan tussen het windturbineproject en de aangeduide beschermde gebieden bestaat uit het feit dat het voorgestelde kabeltracé naar Zeebrugge doorheen de speciale beschermingszone SBZ-3 loopt. Uitgaande van de effectbeschrijving onder het hoofdstuk "Fauna en Flora" en de uitgevoerde passende beoordeling in het kader van het KB 14/10/2005 zijn deze effecten tijdelijk en plaatselijk (0/-) waardoor geen significante gevolgen verwacht worden voor de beschermde natuurgebieden.

### **4.7.3 Milderende maatregelen**

Er worden geen mitigerende maatregelen of compensaties voorgesteld bij de ontwikkeling van het windturbinepark Eldepasco.

## **4.8 VEILIGHEID**

In het MER worden verschillende typen van veiligheidsrisico's besproken. Risico's voor de werknemers (arbeidsrisico's) worden in dit MER niet behandeld. Daarnaast wordt binnen dit hoofdstuk ook de gevolgen van accidentele olieverontreiniging besproken.

De referentiesituatie, effecten voor en door de scheepvaart en de relevante milderende maatregelen zijn bepaald in een deelstudie door DNV (oktober 2008, Bijlage 5). De referentiesituatie, effecten op radar, scheepscommunicatie en positioneringssystemen, en de relevante milderende maatregelen zijn bepaald in een deelstudie door Prof. Catrysse (april 2007, Bijlage 6). De belangrijkste conclusies worden hier kort herhaald.

### **4.8.1 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling**

#### **Installaties**

Momenteel bevinden er zich nog geen installaties op de Bank Zonder Naam.

#### **Scheepvaartverkeer**

Het Belgische Deel van de Noordzee wordt gekenmerkt door een zeer intens scheepvaartverkeer. De belangrijkste scheepvaartroute is O-W georiënteerd richting de Schelde (Zeebrugge). In de omgeving van

de Bank Zonder Naam bevinden zich twee routes: één ten NW (vnl. ferryverkeer) en in mindere mate ook één ten ZO (Westrond 1) van het projectgebied. Voor een uitgebreide beschrijving van de verschillende scheepvaartroutes wordt verwezen naar het MER van C-Power (Ecolas, 2003) en de RAMA-studie (Le Roy *et al.*, 2006).

In de beschikbare literatuurbronnen (MER C-Power, RAMA-studie, DNV, MARIN) worden verscheidene bronnen aangehaald met vergelijkingsmateriaal van de kans op een ongeval. Deze getallen blijken zeer sterk te variëren (tussen meerdere aanvaringen per jaar tot minder dan 0,0005/jaar) afhankelijk van het beschouwde gebied, het scheepstype en het type accident (aanvaring/aandrijving; met een schip/platform) dat in overweging genomen wordt. Een inzicht in de werkelijke kans op een ongeval op het BDNZ is moeilijk in te schatten.

De kans op een ongeval met een lozing van olie is ook onderhevig aan variaties: eens om de 30 jaar (BMM) tot eens om de 3 jaar (RAMA-studie), met een gemiddelde geloosde hoeveelheid van 1470 ton per jaar bij een cargo-incident (RAMA-studie).

Als conclusie kan gesteld worden dat de raming van scheepsongevallen als ook de lozingsfrequentie in de Belgische territoriale wateren een zeer moeilijke berekening is. Daarom moeten de cijfers met de nodige voorzichtigheid gebruikt worden, rekening houdend met alle gestelde onzekerheden. Aangezien er blijkbaar geen eenduidige conclusie bestaat over de risico's van accidenten en incidenten in de zuidelijke Noordzee, zal vergelijking met het bijkomende risico veroorzaakt door het project moeilijk te interpreteren zijn.

### ***Radar en scheepscommunicatie***

Langsheen de Belgische en het zuidelijke deel van de Nederlandse kust is een keten van kustradars opgesteld, de zogenaamde Schelde Radar Keten (of SRK). Deze radars dienen de overheid te helpen bij het organiseren van het scheepvaartverkeer in het zuidelijke deel van het BDNZ, de Scheldemonding en de zuidelijke Nederlandse mariene kustwateren.

De Bank Zonder Naam bevindt zich voor de rede van Zeebrugge, tegen de grens met Nederland en op zowat 34 km van de radarinstallatie van Zeebrugge. De zandbank bevindt zich ongeveer 8 km ten noorden van de Thorntonbank en 5 km ten zuiden van de Bligh Bank. Uit de gegevens verstrekt door o.a. SRK blijkt dat er in beperkte mate scheepvaartverkeer plaatsvindt tussen Bank Zonder Naam en de Thorntonbank, de zogenaamde Westrond 1 route. De SRK-havenradar van Zeebrugge kan deze trafiek opvolgen, alhoewel dit niet meer tot het "officiële" observatiedomein van SRK behoort. De grote route van het Kanaal naar Rotterdam (Noordhinder route) ligt veel noordelijker dan deze Bank Zonder Naam, en valt volledig buiten het bereik van de radarstations van SRK (Catrysse, 2007).

Voor een gedetailleerde beschrijving van de gegevens qua inplanting, frequenties en vermogens van de radarstations en marifone installaties en systemen wordt verwezen naar de verschillende tabellen in de studie van Catrysse (2007).

### ***Olieverontreiniging***

Aangezien het projectgebied in de Noordzee ligt, valt dit onder de regelingen die van toepassing zijn op de MARPOL "speciale zones", Bijlage I. Het lozen van oliehoudende vloeistoffen is daarbij verboden. De interne regelingen en controle worden verondersteld afdoende te zijn opdat geen lozingen zouden plaatsvinden. In praktijk komen we tot de conclusie dat illegale olieverontreinigers een groot aandeel blijven houden in de olievervuiling in de Noordzee (zie bijvoorbeeld Ospar Commissie, 2000).

Olievervuiling kan op twee manieren optreden. De eerste mogelijke oorzaak is een onvoorzien verlies van olieachtige substanties van een schip (b.v. in de bouwfase of tengevolge van een incident of ongeval met

schepen die geen verband houden met het project) of door illegale lozing. De tweede mogelijke oorzaak is een incident met een windturbine of een incident op het transformatorplatform, met als resultaat het lekken van olie of olieachtige smeermiddelen.

In het zuidelijk deel van de Noordzee blijkt dat er in het verleden in de nabijheid van het projectgebied enkele (olie)vervuilingen geobserveerd zijn van  $< 1 \text{ m}^3$  tot  $1 - 10 \text{ m}^3$  groot. In hoeverre dit voortkomt uit onvoorzien verlies of illegale lozing kon niet met zekerheid worden vastgesteld. De kans dat een illegale lozing opgemerkt wordt, is vrij klein. Desalniettemin wordt een dalende trend opgemerkt door het ontradend effect dat teweeg gebracht wordt door controleacties met vliegtuigen.

Uit een historische analyse (van 1960 – 2003) van accidenten met olieverontreiniging die een potentieel gevaar opleveren voor de Belgische kust blijkt dat er gedurende de laatste 40 jaar een 30-tal van dergelijke incidenten geweest zijn. De belangrijkste oorzaken zijn aanvaringen (70%), gevolgd door incidenten door een fout manoeuvre (7%). De gelekte volumes variëren tussen de 10.000 ton en minder dan 10 ton. Door de recente verplichting, waarin vereist wordt dat tankers dubbelwandig zijn, zal de gelekte olie als gevolg van scheepsongelukken in de toekomst waarschijnlijk vooral bestaan uit bunkerolie.

Er werden geen algemeen geldende gegevens gevonden over de correlatie tussen het optreden van olievervuiling (hoeveelheid; soort) en het soort ongeval. Anderzijds blijkt uit gegevens over gerapporteerde olievervuiling door verschillende types tankers op wereldniveau dat aanvaringen meestal resulteerden in vervuiling op grote schaal ( $> 7 \text{ ton}$ ) en dat scheuren in de romp grotendeels tot vervuiling op kleine schaal leiden.

### ***Luchtvaartverkeer***

Ter volledigheid wordt in dit MER ook de veiligheid voor het luchtverkeer aangehaald. Hieruit blijkt dat alhoewel de windturbineparken in de Belgische EEZ liggen, de verantwoordelijkheid voor het luchtverkeer niet in Zaventem, maar door Schiphol waargenomen wordt. Binnen de gemarkeerde CTR (Control Terminal Region) zones is er een hoogtebeperking tot 150 m, maar daar vallen de windparken niet binnen.

## **4.8.2 Effectbeschrijving en –beoordeling**

### ***Installaties***

De windturbines van het Eldepasco project zijn onderworpen aan verschillende classificatiesystemen. Teneinde tot een bepaalde klasse te behoren worden de turbines in hun geheel en op onderdelen gekeurd (bladen, gondel, elektrische installatie, mast en fundering). De windturbines beschikken over een typecertificering conform IEC 61400 of gelijkwaardig.

Inzake veiligheid is het van belang om na te gaan in welke mate objecten en activiteiten die zich in de nabijheid van turbines bevinden, kunnen geraakt worden door b.v. een afbrekend rotorblad. De maximale werpafstand tijdens een overtoeren-situatie (2 keer nominaal toerental) voor een 3 MW windturbine blijkt ca. 436 m te zijn. Voor een 5 MW en 7 MW windturbine wordt verwacht dat de werpafstand in dezelfde grootte-orde zal liggen. In principe wordt een dergelijk risico gedekt door de veiligheidsmarge van 500 m voor schepen rondom het windturbinepark.

Voorzieningen ter bescherming van het milieu behoren tot de standaarduitrusting van de windturbine en het transformatorplatform. De hoeveelheid van aanwezige oliën en vetten in de turbine bedragen grootte-orde ca. 300 kg vetten en 1300 liter olie per turbine. Hierbij dient vermeld te worden dat de keuze voor droge of met siliconen-olie (in geval van oliegekoelde transformatoren) gevulde transformatoren nog niet is uitgemaakt. Het transformatorstation wordt ook voorzien van een

dubbelwandige voorraadtank met dieselbrandstof (circa 30 m<sup>3</sup>). Het lekken van vloeistoffen (olie, vetten, etc.) uit de installaties wordt vermeden of beperkt door de aanwezigheid van diverse opvangsystemen (bakken, randen, inkuipingen) alsook door de constructiewijze van de onderdelen van de installaties. Uitgaande van het gegeven dat deze opvangsystemen goed functioneren en gebouwd zijn volgens een goed (gecertificeerd) ontwerp, zal er geen negatief milieueffect zijn. Dit is niet het geval indien een windturbine zou omvallen ten gevolge van extreme klimaatcondities (kans is zeer klein, gezien de bestaande classificatie en certificeringssystemen ) of tengevolge van een aanvaring of een aandrijving door schepen.

Aangezien in, en in de onmiddellijke omgeving van, het windturbinepark zich normalerwijze geen mensen bevinden, zijn de risico's en effecten op de mens niet bestaande. Hierbij wordt nogmaals opgemerkt dat arbeidsrisico's (die wel bestaan) niet in ogenschouw worden genomen.

### ***Scheepvaart***

De effecten voor en door de scheepvaart zijn voornamelijk gebaseerd op twee recent uitgevoerde veiligheidsstudies namelijk DNV (2007; 2008) en MARIN (2007). In de eerste plaats worden de resultaten van de DNV (2008) aangehaald daar deze studie specifiek kijkt naar de verhoging van het risico door het windturbinepark Eldepasco (verschillende configuraties). De gebruikte gegevens van het scheepvaartverkeer, alsook de distributie van scheepsgroottes en -types voor de DNV studie werden overgenomen uit de RAMA-studie (Le Roy et al., 2006), daar deze bij de start van het Eldepasco project (in 2006) de meest accurate gegevens waren. Het is hierbij belangrijk om te vermelden dat de scheepvaartgegevens (04/2003-04/2004) gebaseerd zijn op informatie verkregen uit de IVS-SRK database en van ferryoperatoren, en dat op het ogenblik van de RAMA studie de scheepstrafiek in het Noordhinder-verkeersscheidingsstelsel (nog) niet geregistreerd werd door IVS-SRK (leemte in de kennis). In tweede instantie werd beroep gedaan op de studie uitgevoerd door MARIN (2007) waarin de effecten voor en door de scheepvaart voor het windturbinepark Bligh Bank werden bepaald, maar waarin ook informatie verwerkt is rond het Eldepasco project. Deze studie maakt gebruik van een nieuwe verkeersdatabase voor routegebonden verkeer gebaseerd op AIS (Automatic Identification System) gegevens van de Nederlandse Kustwacht uit 2005-2006. Mogelijke verschillen in de resultaten zijn –naast modelkarakteristieken - grotendeels te verklaren door deze verschillen in basisdata en in bepaalde scheepvaartroutes.

Algemeen zou kunnen gesteld worden dat het windturbinepark het huidige scheepvaartverkeer kan hinderen, daar ze hun vaarroute zullen moeten wijzigen om rond het park heen te varen. Dit zou vooral het geval kunnen zijn voor de Westrond 1 route ten zuidoosten van het projectgebied gelegen. Uit de RAMA-studie (Le Roy *et al.*, 2006) blijkt echter dat deze route nog slechts in zeer beperkte mate gebruikt wordt (slechts 100 scheepvaartbewegingen per jaar). Nieuwe AIS data gegevens (Marin, 2007) spreken echter over een 1000 scheepvaartbewegingen per jaar op deze route. In vergelijking met het andere scheepvaartverkeer blijft dit echter zeer laag, waardoor deze hinder niet opweegt ten opzichte van het prioritaire belang voor windenergieontwikkeling in België.

Tijdens de constructiefase en ontmantelingsfase zal er bijkomend scheepvaartverkeer zijn tussen de werf en de projectsite. Deze extra bewegingen verhogen weliswaar het gevaar van een ongeval op het BDNZ, maar er wordt verwacht dat door het beperkte aantal bewegingen de risicotename veel geringer is dan de verwachte natuurlijke variatie in ongevalrisico op het BDNZ op basis van schommelingen in de scheepsdichtheid.

Het andere aanwezige gevaar in de constructiefase en ontmantelingsfase is het risico van botsing tussen een stilstaand object (turbine, transformatorplatform of constructievaartuig) en een passerend schip (op drift of door een navigatiefout) dat niets te maken heeft met het project. Deze risico's zijn waarschijnlijk te vergelijken met de risico's tijdens de exploitatiefase.



Uit de studie van DNV (2008) blijkt dat het totale risico op een aanvaring/aandrijving zonder sleepboot varieert tussen  $1,27 \cdot 10^{-3}$  per jaar (of eens per 788 jaar) en  $8,50 \cdot 10^{-4}$  (of eens om de 1.178 jaar). Het bovenvermelde risico is grotendeels te wijten aan het risico op aandrijvingen respectievelijk eens per 839 jaar of eens per 1.259 jaar (zonder sleepboot). Het risico op aanvaringen is veel beperkter: max. eens om de 12.740 jaar (uitgebreide zone; 72 turbines). Uitgaande van de bevindingen van DNV (2007) heeft de inzet van een sleepboot geen effect op aanvaringen, terwijl het een reductie van ongeveer 50% betekent in geval van aandrijvingen. Dit wordt ook bevestigd in andere studies (b.v. Koldenhof & van der Tak, 2007; MARIN, 2007).

Een vergelijking van verschillende literatuurbronnen toont aan dat het bekomen risico voor het windturbinepark op de Bank Zonder Naam (rekening houdende met alle scheepvaartverkeer) laag (MARIN, 2007) tot zeer laag (DNV, 2008) is.

Naast de raming van de kans op een aanvaring of contact tussen een vaartuig en een windturbine/transformatieplatform, wordt de gevolgschade van een dergelijk effect ingeschat. Deze berekening is afhankelijk van een aantal factoren (b.v. afmetingen en type vaartuig; snelheid vaartuig bij botsing; wijze van raken, etc.).

In het algemeen geldt dat hoe groter het schip, hoe kleiner de impact van het obstakel op het schip zal zijn, maar hoe groter de impact op het obstakel. Daarnaast zal ook de schade aan het schip en het obstakel vergroten met de snelheid. Uit de MER C-Power (Ecolas, 2003) blijkt dat op basis van inschattingen door experts een schip op drift van 10000 GT (= 3/4 van de schepen) een windturbine volledig zou overvaren, zodat de windturbine om zou vallen op de zeebodem of het transformatieplatform ernstig zou beschadigen.

Het is duidelijk dat de specifieke kenmerken van het type, en dus de vorm en de bouw van het schip invloed zullen hebben op de effecten van een incident. Er zal verschil zijn in de effecten van het doordringen van de romp van een bulkvrachtschip, een enkelwandige olietanker of een algemeen vracht- of containerschip. De locatie en het volume van bunkertanks zijn ook afhankelijk van het type vaartuig.

De schade aan het milieu als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine wordt bepaald door de hoeveelheid olie die uit een schip stroomt. Uit DNV (2007) blijkt dat de totale jaarlijkse hoeveelheid geloosde olie laag is (ongeveer 0,2 ton per jaar) voor alle beschreven scenario's en dat dit vooral toe te schrijven is aan de hoeveelheid geloosde tankerolie. Wanneer verondersteld wordt dat alle aanvaringen tot een olielozing leiden, dan wordt de hoeveelheid olie die vrijkomt in geval van een aanvaring met een olietanker tussen de 100 en 500 ton geschat en de gemiddelde hoeveelheid bunkerolie op ongeveer 20 ton per aanvaring. Uitgaande van de statistische bevinding dat slechts in 1 op 5 aanvaringen er een risico voor het milieu optreedt, dan zal het geloosde volume 5 keer hoger zijn (maar frequentie van voorkomen 5 keer lager).

Het windturbinepark vormt dus een beperkt, maar niet verwaarloosbaar gevaar voor de scheepvaartveiligheid. Het conservatief geschatte risico (= kans x grootte van de impact) wordt door DNV als aanvaardbaar geklasseerd, aangezien de berekende risico's voor de Bank Zonder Naam over het algemeen lager zijn dan deze berekend voor de andere windparken. Anderzijds wordt wel gewezen op het feit dat opzettelijke grove fouten niet in rekening worden gebracht in deze studie en dat het ontbreken van de Noordhinder data vermoedelijk tot een onderschatting van de resultaten kan leiden. De kans op aanvaringen voor de Bank Zonder Naam ( $36 \cdot 5$  MW) wordt bijvoorbeeld in Marin (2007) op 0,027 per jaar (ca. eens om de 40 jaar) geschat. Ondanks de aanzienlijke stijging blijft het risico voor Eldepasco kleiner t.o.v. het individueel risico voor de twee andere parken en wordt het als aanvaardbaar beschouwd.

## ***Radar en scheepscommunicatie***

Volgens Catrysse (2007) blijkt dat voor grote windturbines de mast de dominante factor vormt bij marifone systemen. Bovendien kunnen grotere reflecterende voorwerpen ook effecten veroorzaken (b.v. dode zones, meervoudige reflecties, etc.). Deze effecten dienen evenwel gezien te worden in het kader van de positie van zowel de radio/radar systemen en de inplanting van de windturbines. Rekening houdend met de ligging van de Bank Zonder Naam ten opzichte van de kuststations, kan het mogelijke effect van verzadiging van de ontvanger enkel optreden in het geval van de scheepsradar (Catrysse, 2007).

De inplanting van de windturbines op de Bank Zonder Naam, zal de radaropvolging door SRK niet in het gedrang brengen. Enerzijds ligt de inplanting buiten de reikwijdte van de meeste radarposten. Anderzijds wijzigt de situatie zich niet voor alle scheepvaartverkeer dat zich voor deze Bank Zonder Naam bevindt. Voor het gebied achter de Bank Zonder Naam zullen zich schaduwzones aftekenen, zowel voor de radarobservatie als voor andere marifone systemen. Doch dit gebied situeert zich hoe dan ook op de limiet van bereikbaarheid. Een en ander zal verder afhangen van de realisatie van andere projecten, en de mogelijke inplantingen van windturbineparken (zie hoofdstuk "Cumulatieve effecten"). Ook dient gesteld te worden dat het type windturbine (met als typevoorbeelden de 3 MW en de 6 MW) geen invloed zal hebben op deze situaties.

De invloed van mogelijke meervoudige reflecties met betrekking tot de scheepsradar is voelbaar binnen een zone van zowat 1 km afstand tot het windturbinepark. Toch is het duidelijk dat mogelijke meervoudige reflecties geen a priori gevaarlijke situaties zullen opleveren, en meestal slechts een vals beeld binnen of in de onmiddellijke nabijheid van het park zullen opleveren. Er zal nooit een valse echo kunnen optreden, waarbij een vals beeld gevormd wordt tussen het schip en het eerste object in de nabijheid van het schip.

Voor de marifone VHF (very high frequency) communicatie kan gesteld worden dat enkel voor de communicatie op de Westrond-noord route en de verre routes enig voorbehoud dient gemaakt te worden. Maar ook hier dient duidelijk gesteld dat voor het gebied voor de Bank Zonder Naam er zich geen wijzigingen voordoen met de actuele toestand en dat dit enkel kan in het gebied achter de Bank Zonder Naam. Ook hier is de werkelijke beperking het bereik van de radioinstallaties zelf.

Uit de studie van Catrysse (2007) blijkt vervolgens dat de invloed eerder minimaal of onbestaande zal zijn op de volgende systemen:

- RDF (Radio Direction Finder) systemen
- DGPS systeem.
- AIS (Automatic information system)

Volgens Catrysse (2007) kan algemeen gesteld worden dat de realisatie en inplanting van een off-shore windturbinepark op de Bank Zonder Naam vrijwel geen effect (effect = 0) hebben op de bewaking van en communicatie met het scheepvaartverkeer, zoals het zich momenteel voordoet.

## ***Olieverspreiding en ecotoxicologische effecten***

Naast de analyse van het risico van een ongeval is ook aandacht geschonken aan de mogelijke impact van een olievervuiling bij een ongeval met een schip waarbij 1000 ton olie in zee terecht komt. Hierbij zijn door WL Delft Hydraulics in het kader van het MER voor windturbines (C-Power), modelleringen uitgevoerd om de verspreiding van een olielozing in het milieu te simuleren. Hiernavolgend wordt een beschrijving gegeven van het worst-case scenario waarbij alle randvoorwaarden (windsterkte, windrichting, hoeveelheid olie, seizoen, windfrictie,...) zo gekozen zijn om de milieu impact te maximaliseren.

Uit extrapolatie van de simulatiegegevens van WL Delft Hydraulics, blijkt dat de olievlek bij hoge windsnelheden de Belgische kust zou bereiken in 12 uur. In deze omstandigheden is er dus relatief weinig tijd om te interveniëren. Bij normalere windomstandigheden zal er in principe voldoende tijd zijn om interventie toe te laten.

Het voorkomen van een windturbinepark op het traject van een olievlek heeft zowel positieve als negatieve aspecten. De windturbines kunnen eventueel gebruikt worden als ankerpunt voor drijvende dammen, maar anderzijds kunnen de turbines zelf een obstakel vormen bij de manoeuvres tijdens de bestrijding en kunnen ze de olievlek doen opdelen in verschillende kleinere vlekken.

De kwantitatieve effecten van een lozing van 1000 ton zware stookolie op het dierenleven zijn verschillend afhankelijk van het beschouwde scenario en de beschouwde diergroep. De geschatte directe effecten (het sterven binnen enkele dagen) van vissen en invertebraten is zeer gering en bedraagt steeds minder dan 0,2 % van de lokaal aanwezige populaties.

Vogelverliezen op zee werden geschat op enkele tientallen tot enkele honderden afhankelijk van de windomstandigheden. In situ accidenten tonen echter aan dat modelleringsresultaten met de nodige voorzichtigheid moeten behandeld worden, daar deze aantallen een onderschatting kunnen zijn van de realiteit. Er is geen positieve correlatie tussen het aantal vogelslachtoffers en de hoeveelheid geëkte olie. Het effect hangt nauw samen met het belang van het gebied als overwinteringsplaats voor vogels. Naast de directe slachtoffers die een ramp veroorzaakt, zijn er ook mogelijks negatieve gevolgen voor de populatie (langdurig effect). Het is echter niet altijd eenvoudig het effect van de ramp te onderscheiden van natuurlijke fluctuaties in een populatie.

Vogelverliezen door aanspoeling van olie op het strand van de Belgische kust worden op basis van deze modelleringen als gering negatief beschouwd. Deze schatting werd gemaakt voor de soorten die vermeld staan in de kwetsbaarheidsindex. Mortaliteit onder andere mogelijks voorkomende soorten is niet in overweging genomen wegens een gebrek aan gegevens. Mogelijks zal de olievlek op een later tijdstip de Nederlandse kust bereiken en het aantal vogelslachtoffers verhogen.

Voor de kwalitatieve effectbeschrijving door olieverontreiniging wordt vermeld dat avifauna, en mogelijks ook zeezoogdieren de belangrijkste korte termijn effecten kunnen ondervinden. De planktongemeenschap zal ook beïnvloed worden, maar zal zich in principe snel herstellen. De impact op pelagische vissen is verwaarloosbaar. De benthische fauna zal veelal niet beïnvloed worden door acute toxische effecten, maar zij kunnen wel hinder ondervinden door verstikking door dikke olielagen (op strand). Hierbij moet evenwel rekening gehouden worden met het feit dat dergelijke effecten sterk afhankelijk zijn van allerlei factoren waardoor de olieverontreiniging beïnvloed kan worden. Op basis van de beschikbare literatuurgegevens kunnen geen wetenschappelijk gefundeerde uitspraken gedaan worden over de grootte van de impact voor de benthische fauna en zeezoogdieren.

Volgens de studie van Lindgren & Lindblom (2004) zijn goede ecotoxicologische gegevens moeilijk te vinden en eerder beperkt in aantal. Algemeen kan gesteld worden dat lichtere olietypes meer toxisch zijn dan zware olietypes. Pelagische organismen zullen minder beïnvloed worden dan benthische organismen op basis van de gevoeligheid aan blootstelling. Eieren en larven zijn dan weer gevoeliger dan volwassen exemplaren.

## **Luchtvaartverkeer**

In principe zou een totale hoogte (tiphoogte wieken) tot 175 m toegelaten moeten zijn. Gezien de ligging van het Eldepasco project binnen de Belgische EEZ, volstaat het om de FIR (Flight Information Region) verantwoordelijken van Amsterdam-Schiphol te informeren over de geplande activiteiten.

### 4.8.3 Milderende maatregelen

#### ***Installaties***

Daar waar bij lekkages significante hoeveelheden olie of vet in zee terecht kunnen komen, kunnen adequate sensoren op geschikte locaties of regelmatige inspecties worden voorzien waarmee lekkages worden gedetecteerd. De operator kan het ontstaan van een lek op die manier snel signaleren en interveniëren, waarmee de vloeistoffen zo snel mogelijk uit de opvangbakken verwijderd kunnen worden.

Wanneer als gevolg van een defect of ongeval stoffen of materialen in zee terecht komen die een bedreiging zijn voor het milieu, moet getracht worden deze stoffen of materialen zo spoedig mogelijk uit het milieu te verwijderen en te verwerken of storten volgens de geldende reglementering.

#### ***Scheepvaartverkeer***

De verschillende modelleringsresultaten (afhankelijk van de studie) tonen aan dat er een gebrek is aan eenduidigheid rond gebruik risicomodel en inputdata. Een gestroomlijnd beleid vanuit de bevoegde instanties rond het uitvoeren van de risico-analyse waarbij gebruik zou kunnen worden gemaakt van 1 model dat telkens wordt aangepast aan de meest recente scheepstrafiek en windenergie situatie zou de inschatting van de risico's eenduidiger en meer kostenefficiënt maken.

Daarnaast worden volgende veiligheidsmaatregelen voorgesteld:

- In de veiligheidszone van 500 m rond het windturbinepark, wordt geen scheepvaart toegelaten.
- Een interventieplan moet beschikbaar zijn voor incidenten met aanvaring tussen een schip en een windturbine en voor olievervuiling in de nabijheid van het windturbinepark.
- AIS (Automatic Identification System) voorzien op de windturbines die op de hoeken van het windturbinepark staan en een radiokanaal voorzien dat in verbinding staat met het controlecentrum van het windturbinepark.
- Opstellen van veiligheidsprocedures met betrekking tot scheepvaartverkeer gerelateerd aan het windturbinepark.
- Aanbrengen van navigatieverlichting en radarreflectoren voor bebakening van het windturbinepark ten behoeve van het scheepvaartverkeer.
- Eventueel bewaking van het scheepvaartverkeer rond het windturbinepark, met adequate waarschuwingsprotocols en/of wettelijke bepalingen.

Naast deze veiligheidsmaatregelen op het niveau van het windturbinepark zelf (initiatiefnemer), worden enkele maatregelen vermeld die buiten de verantwoordelijkheid liggen van de initiatiefnemer, maar wel de algemene veiligheid op zee ten goede zouden komen:

- Het uitrusten van het onderhoudsschip als een multifunctioneel schip met bijkomende functionaliteiten zoals sleepersfunctie, brandbestrijding, oliebestrijding, etc.
- Gebruik van AIS (Automatic Identification System) bij alle schepen boven 300 GT (ongeveer 55 m), waardoor de kans dat een schip tegen een windturbine aanvaart (rammen) zal afnemen.
- Inzet van een sleepboot naar het voorbeeld van Nederland (De Waker). Volgens de informatie van de bevoegde diensten (Belgische Structuur Kustwacht, Ulrike Vanhessche, pers. comm.) zou het de bedoeling zijn om in de toekomst een multifunctioneel schip te kunnen inzetten als sleepboot en voor het bestrijden en beperken olieverontreiniging, etc.

## **Olieverontreiniging**

Om maximaal de strijd aan te gaan tegen vervuiling werd in mei 2003 de Kustwacht opgericht die nu effectief operationeel wordt. Het organiseren van het operationele luik bij een olieverontreiniging is hun belangrijkste taak. Volgens de informatie van de bevoegde diensten (Belgische Structuur Kustwacht, Ulrike Vanhessche, pers. comm.) zijn er momenteel voor de Belgische Kust 2 schepen inzetbaar voor bestrijding en beperking van olieverontreiniging:

- DAB (Dienst Afzonderlijk Beheer) Vloot;
- Schip van de Marine (valt onder de bevoegdheid van het Ministerie van Defensie).

Het zou tevens de bedoeling zijn van de Kustwacht om in de toekomst een multifunctioneel schip in te kunnen zetten als sleepboot, voor het bestrijden en beperken olieverontreiniging, etc.

Sinds april 2005 (MB 19/04/2005) is ook het nieuwe "Rampenplan Noordzee" van kracht. Het rampenplan beschrijft de organisatie van de hulpverlening en de coördinatie van de operaties bij rampsituaties of ernstige ongevallen in de Belgische wateren. Daarnaast heeft het plan ook een operationeel en praktisch karakter.

In 2006 werden de draaiboeken "Operationele interventieplannen voor pollutiebestrijding op zee en strand" voorgesteld. Het draaiboek "propere stranden", voorgesteld in januari 2006, voorziet in een procedure om de vervuiling op onze stranden of in de zeewering door een verlies van lading of lozing op zee aan te pakken. Het draaiboek "propere zee" (voorgesteld in augustus 2006) voorziet hetzelfde bij vervuiling op zee.

Sinds begin 2007 is er een interventieplan voor vogels beschikbaar bij de Provincie West-Vlaanderen. Het is een draaiboek voor de opvang en verzorging van getroffen vogels van een olieverontreiniging of een andere uitzonderlijke situatie op zee.

Zoals reeds in de projectbeschrijving vermeld, zal voor het onderhoud van het windturbinepark gebruik worden gemaakt van een schip waarmee onderhoudspersoneel, reservedelen en verbruiksmaterialen naar de windturbines en het transformatorstation kunnen worden vervoerd. Er moet nagegaan worden of het technisch mogelijk is om dit onderhoudsschip uit te breiden en te voorzien van bijkomende infrastructuur dewelke toelaat om op volle zee olie te ruimen, takelopdrachten uit te voeren of ingeschakeld te worden voor brandbestrijding op zee (taken voor zover gerelateerd aan het windturbinepark).

Gezien de zeer geringe kans op olievervuiling en andere verontreiniging door het windturbinepark, en zodoende ook een geringe kans op aantasting van fauna en flora, dienen er verder geen bijkomende milderende maatregelen genomen te worden.

## **5 MONITORING**

In de diverse thematische hoofdstukken worden voorstellen geformuleerd voor monitoring. Deze voorstellen zijn hoofdzakelijk gebaseerd op de MER uitgevoerd voor het windturbinepark op de Thorntonbank (Ecolas, 2003 en Ecolas, 2004) en de milieu-effectbeoordeling (MEB) uitgevoerd door de overheid voor hetzelfde project (BMM, 2004 en BMM, 2006a) als op het MEB voor het windturbinepark op de Bligh Bank (BMM, 2007c).

Indien monitoring, uitgevoerd bij het eerste windturbinepark dat op de BDNZ zal geplaatst worden, representatief blijkt voor andere later te plaatsen windturbineparken en aantoon dat er niet-significante effecten optreden voor bepaalde deelaspecten, is het zinvol om de monitoringvereisten bij te stellen zodat enkel gemonitord wordt met bijkomende informatie tot gevolg.

Eveneens worden voor de cumulatieve effecten in het desbetreffende hoofdstuk van de drie windturbineparken per thema voorstellen geformuleerd voor monitoring. Indien mogelijk moeten de monitoringsprogramma's van de verschillende parken op elkaar afgestemd worden en synergieën gezocht worden, in overleg tussen de BMM en de drie initiatiefnemers. Dit moet ervoor zorgen dat zoveel mogelijk leemtes opgevuld raken en dat financiële inspanningen voor monitoring leiden tot een nuttig resultaat.

## 6 CUMULATIEVE EFFECTEN

### 6.1 INLEIDING

De mogelijke effecten van een combinatie van meerdere windturbineparken, kunnen in samenhang met andere menselijke activiteiten op zee leiden tot een cumulatie van effecten. Hierbij kan het gaan om een relatief simpele optelsom van alle effecten van de afzonderlijke activiteiten, maar het zou ook zo kunnen zijn dat bepaalde effecten elkaar versterken, of juist geheel of gedeeltelijk opheffen. Tenslotte kan het zo zijn dat afzonderlijke effecten weliswaar bij elkaar moeten worden opgeteld, maar dat dit niet leidt tot significante problemen voor het leven in en op zee en de betrokken habitats, totdat een vooralsnog onbekende drempelwaarde wordt overschreden, waarna plotseling wel significante problemen ontstaan. In dit laatste geval is er sprake van een niet-lineaire respons.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de mogelijke cumulatieve effecten ten gevolge van de 3 geplande windturbineparken in het Belgische Deel van de Noordzee waarvoor reeds een concessie werd verleend (Eldepasco + Belwind + C-Power).

- C-Power n.v. heeft de nodige vergunningen (domeinconcessie en milieuvergunning) om in de mariene wateren onder Belgische rechtsbevoegdheid ter hoogte van de Thorntonbank een windturbinepark te bouwen en het gedurende een looptijd van 20 jaar uit te baten. In april 2004 zijn de nodige grondonderzoeken gestart. In najaar 2008 zijn de eerste zes windturbines geplaatst. Het concessiegebied voor windenergie ligt juist ten oosten van controlezone 1, sector 1A. De verkregen concessie op de Thorntonbank is opgesplitst in twee gebieden: één ten Westen van de telecomkabel Concerto South1 en de Interconnector gasleiding (deelgebied A) bestaande uit 24 turbines met een oppervlakte van 5,0 km<sup>2</sup> en één ten Oosten (deelgebied B) bestaande uit 36 turbines met een oppervlakte van 8,8 km<sup>2</sup>. Indien rekening gehouden wordt met een veiligheidszone van 500 m rondom de windturbines wordt een oppervlakte van 26,4 km<sup>2</sup> ingenomen (Ecolas, 2003) voor een totaal geïnstalleerd vermogen tot 300 MW (rekening houdende met de veiligheidszones). Ondertussen werd een aanvraag tot wijziging en uitbreiding van de bestaande domeinconcessie ingediend (B.S. 10/10/2008).
- Eldepasco heeft een domeinconcessie (15/05/2006) verkregen voor de bouw en de exploitatie van een windturbinepark van 36 turbines (totale oppervlakte: ca. 9 km<sup>2</sup>) op de Bank Zonder Naam gelegen op ca. 38 km van de Belgische kust. Op 29 augustus 2008 heeft ELDEPASCO een wijziging en uitbreiding van de domeinconcessie aangevraagd tot een totale oppervlakte van ca. 14,5 km<sup>2</sup>. Onderhavig MER behandelt zowel het project op het oorspronkelijke concessiegebied met een gezamenlijk geïnstalleerd vermogen van 144 MW (met 24-48 windturbines) als het uitgebreide project (met 36-72 windturbines) met een gezamenlijk geïnstalleerd vermogen van 216 MW; het individueel vermogen van de windturbines zal 3 tot 7 MW bedragen.
- Belwind, de Belgische dochter van de Nederlandse alternatieve energiegroep Econcern, heeft de nodige vergunningen (domeinconcessie en milieuvergunning) verkregen voor een grootschalig windturbine project (330 MW) op de Bligh Bank. Het windturbinepark zal bestaan uit 110 turbines van 3 MW. Een domeinconcessie werd verkregen voor een oppervlakte van 35,4 km<sup>2</sup>
- Enkel deze effecten die een niet verwaarloosbare (positief of negatief) invloed hebben op een bepaalde discipline zullen in de volgende paragrafen worden besproken. Er wordt namelijk verondersteld dat indien een bepaald effect totaal verwaarloosbaar is voor het milieu voor elk windturbinepark afzonderlijk, ook het cumulatieve effect verwaarloosbaar zal zijn.

## 6.2 BODEM

In totaliteit zal voor de drie windturbineparken ongeveer 7,6 miljoen m<sup>3</sup> zand gestockeerd worden tengevolge van de benodigde uitgraving, indien elk project kiest voor gravitaire funderingen voor alle windturbines. Deze stockage treedt gefaseerd in de tijd op: de bouw duurt 2 jaren, de bouwperiode per windturbinepark zal verschillen. Het cumulatieve effect zal kleiner zijn dan de som van de individuele effecten.

De impact op de morfodynamiek van het BDNZ door de aanleg van de kabels is verwaarloosbaar. Een gezamenlijke installatie van kabels (dichtbij elkaar gelegen trajecten) betekent een geringere impact dan indien elk van de drie projecten verschillende trajecten hanteert.

De lokale erosie door de constructies wordt voor de drie windturbineparken tegengegaan door het a priori aanleggen van een erosiebescherming. Bij de keuze voor monopiles (of multipode-jacket structuren) kan besloten worden dat de erosiebescherming in de drie gevallen voldoende groot is. Bij de keuze voor gravitaire funderingen is er enige onzekerheid wegens gebrek aan wetenschappelijk onderzoek en praktijkervaring en nemen de initiatiefnemers daarom een nog grotere veiligheidsmarge bij de afmetingen van de erosiebescherming. Het cumulatieve effect is zeker kleiner dan de som van de individuele effecten. Indien er toch lokale erosie optreedt, kan dit effect vrij eenvoudig weggewerkt worden door herstellen en bijkomend storten van erosiebescherming.

Indien de erosiebescherming verwijderd wordt, zal er in essentie een put ontstaan ter hoogte van elke fundering. Het herstel van de funderingsputten is op basis van de huidige kennis niet in te schatten in ruimte en tijd. Het cumulatieve effect zal niet groter zijn dan de som van de individuele effecten.

## 6.3 WATER

De constructie van de fundering zal, voor elke uitvoeringswijze en type fundering maar groter voor de gravitaire fundering, een lokale en tijdelijke verhoging van de turbiditeit veroorzaken met, in vergelijking met turbiditeitsconcentraties die van nature optreden tijdens stormen, een verwaarloosbaar effect. Het cumulatieve effect is de som van de individuele effecten.

De impact wordt van de aanleg van de kabels binnen elk park en tussen parken en het vaste land is zeer tijdelijk en lokaal. Een gezamenlijke en dus gelijktijdige installatie van kabels (zelfde trajecten) zou een geringere impact(zone) betekenen dan indien elk van beide projecten verschillende trajecten hanteert of kabels legt langs hetzelfde traject maar op een ander tijdstip.

## 6.4 KLIMAAT & ATMOSFEER

Een belangrijk effect tijdens de exploitatiefase zijn de vermeden emissies op het land als gevolg van het feit dat de netto elektriciteitsproductie van de windturbineparken niet door middel van klassieke, al dan niet in combinatie met nucleaire, productie dient te worden opgewekt.

De vermeden emissies van elk windturbinepark op zich leveren al een belangrijke bijdrage tot de voor België vooropgestelde reductiedoelstellingen voor SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en CO<sub>2</sub>. De cumulatieve bijdrage is uiteraard nog groter en komt overeen met de som van de individuele bijdragen (significant positief effect).

## 6.5 GELUID & TRILLINGEN

Tijdens de constructiefase brengt het heien van de funderingspalen (indien gekozen wordt voor deze funderingswijze) een impulsgeluid (niet continu) voort. Deze heiactiviteiten komen slechts tijdelijk voor.

Bijgevolg zal het cumulatieve effect niet groter zijn dan de som van de effecten per windturbinepark (de kans dat de puls van het heien van de 3 windturbineparken samen valt is zeer klein).

Tijdens de exploitatie blijft het onderwatergeluid van de windturbines beperkt tot het gebied tussen de turbines en overschrijdt niet de veiligheidsgrens van 500 m rond de respectievelijke windturbineparken, het cumulatieve effect is bijgevolg gelijk aan de som van de individuele effecten.

Enkel tussen het Belwind en het C-Power windturbinepark ter hoogte van het Eldepasco windturbinepark zal het geluidsniveau boven water iets hoger zijn bij de cumulatieve werking van de 3 windturbineparken samen. Daar er slechts een gering negatief effect verwacht wordt van de individuele effecten (van de afzonderlijke windturbineparken) zal er ook slechts een gering negatief effect aanwezig zijn van het geluid boven water afkomstig van de 3 windturbineparken.

## 6.6 FAUNA & FLORA

Voor de meeste effecten op benthos en vissen (biotoopverlies/ verstoring, verlies organismen, introductie hard substraat, geluid) geldt dat het cumulatieve effect de som is van de afzonderlijke effecten per windturbinepark. Deze zijn bovendien vaak recht evenredig met het ruimtebeslag. De totale oppervlakte van de drie parken samen (inclusief veiligheidszones) blijft relatief klein tov het BDNZ (2,5 % - 2,75%). Gezien de meeste effecten zich slechts voordoen op een beperkt deel van de domeinconcessies (gravitaire > monopile/multipode/jacket) kan algemeen besloten worden dat de effecten aanvaardbaar zullen zijn voor zowel het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied. Er heerst nog een grote onzekerheid omtrent de grootte van het cumulatieve effect van geluidsverstoring onder water en elektromagnetische straling tengevolge van de bekabeling. Verder onderzoek is aangewezen.

De meeste cumulatieve effecten op vogels zijn de som van de afzonderlijke effecten per windturbinepark. Het cumulatieve effect als gevolg van de vermindering van habitat voor rustende en foeragerende vogels, zal voornamelijk een effect hebben op soorten die een groot vermijdingsgedrag vertonen. Het betreft Alk, Zeekoet en Jan van Gent. Aangezien er een uitstralende werking van het park van ca. 4 km kan aangenomen worden, zal de volledige concessiezone die op het BDNZ is afgebakend voor de bouw van windturbineparken door deze soorten vermeden worden. In eerste instantie wordt dat cumulatieve effect als significant beschouwd. In relatie tot de volledige biogeografische populatie van deze soorten die ter hoogte van het BDNZ voorkomen, wordt het effect als matig negatief beoordeeld. Wat het cumulatieve effect m.b.t. aanvaring betreft, wordt dit als een leemte in de kennis aangezien. Er wordt evenwel verwacht dat het aanvaringseffect vooral belangrijk kan zijn bij de grote meeuwensoorten (Kleine Mantelmeeuw, Grote Mantelmeeuw en Zilvermeeuw).

Naar zeezoogdieren toe worden er geen negatieve cumulatieve effecten verwacht. Ze zijn de som van de afzonderlijke effecten. Het cumulatieve effect als gevolg van rustverstoring wordt als een leemte in de kennis aangezien.

## 6.7 MENS

Er worden geen negatieve cumulatieve effecten verwacht voor de verschillende gebruikers van de Noordzee.

Voor visserij en maricultuur kan de bouw en exploitatie van de verschillende windturbineparken indirect positieve gevolgen hebben daar zij de vispopulatie ten goede komen (sluiting gebieden voor boomkorvisserij, scheepvaart, ...) én dus ook de visserij in de nabije omgeving, of de mogelijkheid bieden tot het ontwikkelen van alternatieve vormen van visserij.



## 6.8 ZEEZICHT

De drie windturbineparken liggen op zo'n grote afstand tot de kust dat de zichtbaarheid ervan heel gering zal zijn. Enkel bij helder weer zullen vooral de dichtst bij gelegen windturbines zichtbaar zijn. Deze windturbines zullen niet beeldaspectbepalend zijn, waardoor er geen significant negatief effect verwacht wordt op vlak van zeezicht. Vanaf de vaarroute zullen de parken beter zichtbaar zijn, maar zullen vanaf hier ook niet beeldaspectbepalend zijn.

## 6.9 VEILIGHEID

Er is een gering negatief risico van milieuvervuiling (door de aanwezige oliën en vetten) bij een complete structurele falings van een windturbine of een transformatorplatform.

Over het algemeen kan gesteld worden dat door de aanwezigheid van de 3 windturbineparken het totale risico door scheepvaart tijdens de constructiefase niet veel zal afwijken van de som van het risico van de individuele parken (max. extra kans van 0,057 ongevallen per jaar).

Het individuele risico voor een aanvaring/aandrijving van het Eldepasco windturbinepark (eens om de 1.078 jaar) zal in aanwezigheid van de 2 andere windturbineparken afnemen door zijn ingesloten ligging (ter vergelijking: individueel risico Eldepasco – alleenstaand (worst case) eens om de 788 jaar).

Voor de drie windturbineparken, wordt afhankelijk van de studie eens in de 9 jaar (Marin, 2007) tot eens in de 23 jaar (DNV, 2008) een aanvaring of aandrijving met een windturbine van een van de drie parken verwacht. Zoals reeds eerder werd vermeld, liggen verschillen in basisdata en modelkarakteristieken aan de oorzaak.

Deze terugkeerperiodes zouden evenwel nog genuanceerd kunnen worden, indien rekening gehouden wordt met het feit dat wellicht bepaalde verkeersroutes gewijzigd of vrijgemaakt zullen worden. Rekening houdend met de voorgaande redenering, zal de kans op een aanvaring/aandrijving ten gevolge van de drie parken lager zijn dan eens om de 23 jaar (of om de 9 jaar) en wordt het eerder rond eens om de 100 jaar geschat. In vergelijking met het aantal aanvaringen op de Noordzee (eens om de 2,5 jaar volgens DNV (2007)) wordt dit cumulatieve risico als aanvaardbaar beschouwd.

Er wordt in principe geen significant negatieve invloed verwacht van de aanwezigheid en exploitatie van de windturbineparken op de bewaking van en communicatie met het scheepvaartverkeer. Voor de bewaking van de algemene veiligheid van de 3 windturbineparken in relatie tot het bestaande scheepvaartverkeer wordt er evenwel best een bijkomende SRK-radar voorzien. Het is echter evident dat Eldepasco zal instaan voor de veiligheidsmaatregelen binnen het windturbinepark zelf, maar dat maatregelen inzake de algemene veiligheid van het mariene verkeer (o.a. bijkomende radar) buiten de verantwoordelijkheid van Eldepasco valt.

## 7 BESLUIT

Eldepasco heeft initiatief genomen om op zee een offshore windturbinepark te bouwen op de Bank Zonder Naam. Het doel van het project is het bouwen, onderhouden en exploiteren van een offshore windturbinepark met een gezamenlijk vermogen van minimum 144 MW (oorspronkelijk concessiegebied (ca. 9 km<sup>2</sup>)) en maximum 216 MW (uitgebreide concessiegebied (ca. 14,5 km<sup>2</sup>)); het individueel vermogen van de windturbines zal 3 tot 7 MW bedragen. Deze capaciteit zou kunnen instaan voor het gemiddelde elektriciteitsverbruik van ongeveer 120.000-180.000 gezinnen. Met de realisatie van het windturbinepark wordt invulling gegeven aan de doelstellingen van de overheid ten aanzien van duurzame energie (6% tegen 2010; 13% tegen 2020).

Ten behoeve van de besluitvorming over de aanvraag van de vergunning wordt de procedure voor de milieueffectrapportage met bijhorende milieueffectenbeoordeling doorlopen. Onderhavig MER dient ter onderbouwing van de vergunningaanvraag voor zowel de bouw, de exploitatie, de ontmanteling als de kabellegging in het oorspronkelijke (wijziging domeinconcessie) als het uitgebreide (uitbreiding domeinconcessie) concessiegebied. In deze MER zijn de milieueffecten van een 3 MW (Vestas V90) en een 6 MW (REpower 6) als typevoorbeelden besproken doorheen alle hoofdstukken, en waar relevant is een vergelijking gemaakt tussen de verschillende funderingsalternatieven (monopile; multipode/jacket; gravitaire).

Het aantal turbines varieert naargelang het gekozen scenario. In het oorspronkelijke concessiegebied worden 48 (3 MW) of 24 (6 MW) turbines geplaatst, samen met 2 meteomasten en 1 transformatorplatform. In het uitgebreide concessiegebied worden 72 (3 MW) of 36 (6 MW) turbines geplaatst, samen met 1 meteomast en 1 transformatorplatform. Vervolgens wordt de energie getransporteerd via ondergrondse kabels (voor het traject op zee liggen de kabels ingegraven in de zeebodem) naar Zeebrugge. Eveneens wordt de nodige monitoring voor bewaking en besturing van het windturbinepark voorzien en de vereiste bebakening en markering voor luchtvaart en scheepvaart. Het windenergiepark zal in 2 jaar gebouwd worden en een exploitatieduur van minimum 20 jaar hebben.

Algemeen geldt dat de effecten gelijkaardig zijn voor de verschillende scenario's. Indien relevant werd in de verschillende disciplines een duidelijk onderscheid gemaakt tussen de scenario's.

Tijdens de inrichtingsfase zal er een tijdelijke milieuverstoring ter hoogte van de projectsite op de Bank Zonder Naam plaatsvinden tengevolge van de werkzaamheden. Bij gravitaire funderingen dient er een aanzienlijk zandoverschot gestockeerd te worden binnen het concessiegebied. Als gevolg van de activiteiten (varen, heien, gebruik van de kraan, ...) zal er tijdelijk een verhoogd geluidsniveau aanwezig zijn onder en boven water. Als gevolg van de erosiebescherming en de turbines zal er een beperkt verlies zijn aan zandbodem als leefomgeving. Er treedt een tijdelijke benthische habitatverstoring op door de stockage van gebaggerd zand en een beperkte en tijdelijke verstoring van de benthische fauna en vissen. Er is onzekerheid over de grootte van de impact van geluid en trillingen op het mariene leven. Waarschijnlijk zullen verstoringgevoelige soorten en zeezoogdieren het gebied tijdelijk verlaten, maar terugkeren na het beëindigen van de constructiefase. Er worden geen effecten verwacht voor de andere gebruikers binnen het BDNZ. Er is een gering negatief risico op scheepvaartongelukken en op milieuschade tengevolge van het extra scheepvaartverkeer naar de projectsite.

Tijdens de exploitatiefase treden eveneens een aantal effecten op. Potentiële erosie t.h.v. de turbines wordt tegengaan door het a priori aanleggen en monitoren van een erosiebescherming rond elke turbine. De kans op verontreiniging van water en bodem is verwaarloosbaar. Tijdens de exploitatie van dit windturbinepark worden tussen de 0,3 % (oorspronkelijke concessiezone) en 0,4 % (uitgebreide concessiezone) CO<sub>2</sub> - emissies vermeden in vergelijking met klassieke centrales (significant positief effect). Het windturbinepark zal enkel beperkt waarneembaar zijn bij goede omstandigheden. Gezien de uitbreiding in noordelijke richting (verder van de kust) gebeurt, zal dit geen bijkomend effect voor het zeezicht opleveren. Voor de meeste fauna-soorten zullen slechts gering negatieve effecten optreden. De creatie van harde substraten zal leiden tot een verhoogde en veranderde biodiversiteit. Ondanks de toename van de beschreven effecten (~ oppervlakte) voor benthos en vissen voor het uitgebreide concessiegebied ten opzichte van het oorspronkelijke concessiegebied blijven de beschreven effecten aanvaardbaar. Verstoring- en aanvaringsgevoelige vogelsoorten kunnen een matig negatief effect (aanvaring, verstoring) ondervinden tijdens de exploitatiefase. Aanwezigheid en gedrag van zeezoogdieren kan beïnvloed worden door trillingen, geluid, onderhoudswerken en veranderingen in voedselbronnen tijdens de exploitatiefase. Het effect op de zeezoogdieren tijdens de exploitatiefase wordt als gering negatief beoordeeld. Er wordt een positief effect verwacht op de traditionele visserij in de nabije omgeving. Er wordt in principe geen significant negatieve invloed verwacht van de aanwezigheid van het windturbinepark op de bewaking van en communicatie met het scheepvaartverkeer. Bij een calamiteit zoals een aandrijving of aanvaring van een schip met een windturbine kan een ladingtank of bunkertank van het schip lek raken en een uitstroom van lading of

bunkerolie veroorzaken. De effecten hiervan kunnen beperkt en beheerst worden mits voorzien wordt in interventieplannen en procedures.

De effecten tijdens de ontmantelingsfase zijn gelijkaardig als tijdens de inrichtingsfase. De effecten hangen af van het al dan niet verwijderen van (een deel van) de fundering en de erosiebescherming. De keuze over het al dan niet verwijderen van de erosiebescherming en de fundering wordt best op het einde van de exploitatie bepaald, gebaseerd op de op dat ogenblik opgedane ervaring, de stand van de techniek en de resultaten van de monitoring.

De voornaamste invloed van het kabelleggen is de lokale verstoring van de bodem en de daarin levende organismen. Deze invloed zal beperkt zijn tot de onmiddellijke omgeving rond het kabeltracé en na een tijd verdwenen zijn (gering negatief effect). De invloed van de elektromagnetische straling en de lokale opwarming van de zeebodem (door de warmteontwikkeling in de elektrische kabels) op vissen en invertebraten tijdens de exploitatie van het windturbinepark is onzeker, maar beperkt tot de nabije omgeving.

Als besluit kan gesteld worden dat de effecten tijdens de constructie, de exploitatie en de ontmantelingsfase binnen aanvaardbare normen liggen voor zowel het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied en er nergens sprake is van significant negatieve effecten (gezien ten opzichte van het BDNZ).

Gezien de positie en afstand van de inplanting ten opzichte van de buurlanden kunnen enkel gering negatieve grensoverschrijdende effecten verwacht worden naar Nederland toe, voor zowel het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied. Van al de beschouwde disciplines kan er enkel eventueel een gering negatief effect verwacht worden voor de discipline geluid, zeezicht en veiligheid. Gezien de afstand tot de Nederlandse kust worden de effecten inzake geluid en zeezicht als verwaarloosbaar beschouwd.

Bij de cumulatieve effecten (gezamenlijke effecten van de drie windturbineparken) worden enkel de effecten verder besproken die niet verwaarloosbaar zijn voor een enkel windturbinepark. Voor deze niet-verwaarloosbare effecten zal het cumulatieve effect meestal gelijk of kleiner zijn dan de som van de individuele effecten. Algemeen kan gesteld worden dat de beoordeling van het cumulatieve effect niet zal wijzigen indien gekozen wordt voor een wijziging (oorspronkelijke concessiegebied) of een uitbreiding (uitgebreide concessiegebied) door Eldepasco.

In totaliteit zal voor de 3 windturbineparken samen bijna 7,6 miljoen m<sup>3</sup> (oorspronkelijke concessiegebied Eldepasco) tot 8,7 miljoen m<sup>3</sup> (uitgebreide concessiegebied Eldepasco) zand gestockeerd worden in de respectievelijke concessiegebieden tengevolge van de benodigde uitgraving indien elk project kiest voor gravitaire funderingen (worst case) voor de windturbines. Het cumulatieve milieueffect tengevolge van de stockage van zand zal door de fasering kleiner zijn dan de som van de effecten. De vermeden emissies van elk windturbinepark op zich leveren al een belangrijke bedrage tot de voor België vooropgestelde reductiedoelstellingen voor SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en CO<sub>2</sub>. De cumulatieve bijdrage is uiteraard nog groter en komt overeen met de som van de individuele bijdragen. Tijdens de exploitatie blijft het onderwatergeluid van de windturbines beperkt tot de veiligheidszone; het cumulatieve effect is bijgevolg gelijk aan de som van de individuele effecten. Voor de meeste effecten op benthos en vissen geldt dat het cumulatieve effect de som is van de afzonderlijke effecten - vaak recht evenredig met het ruimtebeslag dat in totaliteit relatief klein blijft t.o.v. het BDNZ- per windturbinepark. Voor vogels en zeezoogdieren geldt eveneens dat het cumulatieve effect de som is van de afzonderlijke effecten. Enkel naar inname van habitat voor rustende en foeragerende vogels door de uitstralende werking van elk windturbinepark treedt er een cumulatief effect op dat groter is dan de som van de effecten per windturbinepark. Hier wordt het cumulatieve effect op de verstoring van Alk, Zeekoet en Jan van Gent als matig negatief beoordeeld. Er worden geen noemenswaardige negatieve cumulatieve effecten verwacht voor de verschillende gebruikers van de Noordzee. Voor de drie windparken, samen 774 - 846 MW aan geïnstalleerd vermogen, wordt afhankelijk van de studie eens in de 9 (Marin, 2008) of 23 (DNV, 2007)

jaar een aanvaring of aandrijving van een schip met een windturbine van een van de drie parken verwacht, waarbij dit naar verwachting eens in de 227 respectievelijk 125 jaar zal leiden tot een uitstroom van lading of bunkerolie. Dit wordt als een aanvaardbaar risico beschouwd. Er wordt in principe geen significant negatieve invloed verwacht van de aanwezigheid en exploitatie van de windturbineparken op de bewaking van en communicatie met het scheepvaartverkeer.

# **1 VOORSTELLING VAN HET PROJECT**

## **1.1 INLEIDING**

### **1.1.1 Beknopte voorstelling van het project**

Het ELDEPASCO project is ontstaan uit een samenwerkingsverband tussen Electrawinds NV, Depret NV, Aspiravi NV en WE Power NV (een vennootschap opgericht door Colruyt), met als doel een offshore windturbinepark in de Noordzee te ontwikkelen, bouwen en exploiteren.

Het windturbinepark wordt gebouwd op een zandbank genaamd de "BANK ZONDER NAAM" gelegen op ca. 38 km van de Belgische kust. Op 15 mei 2006 werd aan ELDEPASCO een domeinconcessie toegekend met een oppervlakte van ca. 9 km<sup>2</sup>. Op 29 augustus 2008 heeft ELDEPASCO een wijziging en uitbreiding van de domeinconcessie aangevraagd tot een totale oppervlakte van ca. 14,5 km<sup>2</sup>. Onderhavig MER behandelt zowel het project op het oorspronkelijke concessiegebied met een gezamenlijk geïnstalleerd vermogen van 144 MW (met 24-48 windturbines) als het uitgebreide project (met 36-72 windturbines) met een gezamenlijk geïnstalleerd vermogen van 216 MW; het individueel vermogen van de windturbines zal 3 tot 7 MW bedragen. Het windturbinepark zal jaarlijks een opbrengst van 450 GWh (oorspronkelijke concessiegebied) tot 670 GWh (uitgebreide concessiegebied) genereren, wat overeenkomt met ca. 0,5 – 0,8 % van het jaarlijks Belgische elektriciteitsverbruik (in 2006) en waarmee ca. 4 – 6 % van de Belgische doelstelling inzake hernieuwbare energieopwekking wordt ingevuld. Tevens komt dit overeen met het gemiddelde jaarverbruik van ca. 120.000 – 180.000 gezinnen.

De opgewekte elektrische energie wordt via hoogspanningskabels gelegen onder de zeebodem naar een hoogspanningspost aan de kust (aanlanding Zeebrugge) gebracht.

### **1.1.2 Toetsing aan de MER-plicht**

Op basis van de wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België, gewijzigd bij wet van 17 september 2005 en bij wet van 21 april 2007 (kortweg: Wet Mariene Milieu) zijn activiteiten van burgerlijke bouwkunde, het graven van sleuven en ophogen van de zeebodem, het gebruik van hoogwaardig akoestisch materiaal en industriële activiteiten vergunningsplichtig. Volgens dezelfde wet en het KB van 7 september 2003 met betrekking tot de procedure tot vergunning en machtiging van bepaalde activiteiten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België vereisen vergunningsplichtige activiteiten - zoals de bouw en exploitatie van een windturbinepark- dat een milieueffectenrapport bij de vergunningsaanvraag gevoegd wordt. Analooq volgt uit de Wet Mariene Milieu en het Koninklijk Besluit van 12 maart 2002 (publicatie 09/05/2002) met betrekking tot de voorschriften voor het leggen van elektriciteitskabels in de territoriale zee en de exploitatie van niet-levende rijkdommen dat voor het leggen en exploiteren van kabels een milieueffectenrapport bij de vergunningsaanvraag dient gevoegd te worden.

Gezien de BMM verkiest om slechts één globaal milieueffectenrapport te ontvangen, zal dit MER zowel de bouw, de exploitatie, de ontmantelling als de kabellegging behandelen. Het MER is opgesteld in overeenkomst met het Koninklijk Besluit van 9 september 2003, met betrekking tot de regels betreffende de milieueffectenbeoordeling in toepassing van de Wet Mariene Milieu (20/01/1999, gewijzigd op 17/09/2005 en 21/04/2007). Conform artikel 28 §5 van de wet ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België, bestaat de mogelijkheid om één geïntegreerd MER op te stellen die zowel het Belwind offshore windturbinepark omvat. ELDEPASCO wenst hier echter geen beroep op te doen, maar wenst wel de besluiten omtrent de cumulatieve effecten van beide projecten op elkaar af te stemmen.

In deze MER zullen de milieueffecten besproken worden van volgende scenario's:

- een project op het oorspronkelijke concessiegebied met 48 stuks van een 3 MW turbine (typevoorbeeld Vestas V90) of met 24 stuks van een 6 MW turbine (typevoorbeeld REpower 6M)
- een project op het uitgebreide concessiegebied met 72 stuks van een 3 MW turbine (typevoorbeeld Vestas V90) of met 36 stuks van een 6 MW turbine (typevoorbeeld REpower 6M)

### **1.1.3 De initiatiefnemer en het college van deskundigen**

#### **1.1.3.1 Concessieaanvrager**

De concessie werd toegekend aan de NV ELDEPASCO opgericht door Electrawinds NV, Depret NV, Aspiravi NV en WE Power NV.

De maatschappelijke zetel van de NV ELDEPASCO is gevestigd te Lanceloot Blondeellaan 2, 8380 Zeebrugge.

ELDEPASCO heeft volgend projectteam aangesteld met interne deskundigen voor de begeleiding van het MER:

- Ir. Fred Popelier – Aspiravi NV; MER-coördinator voor de initiatiefnemer;
- Lic. Pieter Dehaene – Electrawinds NV;
- Ir. Koen Van De Velde – Depret NV;
- Ing. Dirk Vandercammen – WE-Power NV.

#### **1.1.3.2 Consortium**

ELDEPASCO is opgericht door vier toonaangevende Belgische bedrijven, die het "maatschappelijk verantwoord ondernemen" hoog in het vaandel voeren. ELDEPASCO heeft door haar interne expertise een degelijk inzicht in de technische, financiële, administratieve, economisch en ecologische aspecten en risico's van het bouwen van grootschalige windturbineparken in zee.

**Electrawinds nv** is als onafhankelijke speler reeds meerdere jaren succesvol actief in de ontwikkeling van projecten op basis van hernieuwbare energiebronnen. Electrawinds realiseerde reeds de oprichting van 27 turbines, met een totaal geïnstalleerd vermogen van 30,4 MW en realiseert in 2008 nog de oprichting van 41 bijkomende turbines met een totaal geïnstalleerd vermogen van 72,7 MW (al dan niet in een joint venture met derden). Daarnaast heeft het nog eens een tiental andere windturbineprojecten op stapel staan in België maar ook in andere landen van de Europese Unie. Electrawinds heeft posities verworven in Italië, Roemenië, Bulgarije en Frankrijk voor projecten in Windenergie en Biomassa. Samen met de Biomassa Centrales in Oostende (12 MW) en Moeskroen (18 MW) en de biostoom centrale (19 MW) in Oostende die momenteel wordt gebouwd, is Electrawinds op vandaag één van de grootste private producenten van groene elektriciteit in België, met tegen het einde van 2008 een jaarlijkse gemiddelde productie van ongeveer 441,7 GWh groene stroom.

Verder heeft Electrawinds het grootste zonnepark in de Benelux (1,3 MW) gerealiseerd aan de Boterdijk in Middelkerke. Het park telt meer dan 7000 zonnepanelen en levert groene stroom aan ongeveer 400 gezinnen.

**Depret nv** met vestiging in de haven van Zeebrugge, behoort tot de toonaangevende bedrijven op het gebied van de baggerwerken en waterbouwkunde. Sinds 1989 bevindt de nv Depret zich in een groepsstructuur met twee zusterbedrijven, nl. nv Roegiers te Kruibeke en nv T.W.T. te Seilles. Sinds 1 januari 2000 is de naam van deze overkoepelende organisatie de nv Artes Group.

In de voorbije jaren heeft Depret ervaring opgedaan met het bouwen van offshore constructies op verschillende buitenlandse locaties:

- In het estuarium van de Thames werd door Depret een windmast geplaatst, die de primaire meetgegevens verzamelt voor het windturbinepark 'Kentish Flats';
- Depret was, samen met AMEC, de general contractor voor de bouw van 5 windturbines voor de Zweedse kust te Yttre Stengrunden en stond hierbij in voor de montage van de masten en de turbines;
- In de haven van Blyth, bij Newcastle in het Verenigd Koninkrijk, werden door Depret twee windturbines vervangen in opdracht van Amec Borderwind;
- Bij het windturbinepark Horns Rev in Denemarken heeft Depret de plaatsing van de bekabeling tussen de windturbines en het transformatorplatform voor haar rekening genomen;
- In Ramsgate werd door Depret een telecomkabel, die ernstig beschadigd was door een scheepsanker, opnieuw in de zeebodem ingebed over een traject van ca. 8 km.

**Aspiravi nv** heeft als activiteiten het ontwikkelen, het investeren, het realiseren en het exploiteren van projecten voor de productie van hernieuwbare en milieuvriendelijke energie. Aspiravi exploiteert in 2008 volgende productie-installaties van hernieuwbare en milieuvriendelijke energie:

- 63 windturbines (Zeebrugge, Brugge, Middelkerke, Eeklo, Hasselt, Kapelle-op-den-Bos, Puurs, Lommel, Gistel, Perwez, Amel, Bastogne);
- 2 kleinschalige waterkrachtcentrales;
- 4 biogasmotoren;

Het is een uitdrukkelijke doelstelling van Aspiravi om het bestaande productiepark nog verder uit te breiden. Momenteel zijn er nog diverse projecten in ontwikkeling.

**WE-Power nv** maakt deel uit van de Groep Colruyt. Colruyt is een Belgisch familiebedrijf dat de voorbije decennia is uitgegroeid tot een belangrijke discounter in voeding, met een unieke verkoopformule. Om de laagste prijs te garanderen is Colruyt verplicht te werken met de laagste kosten. Vaak heeft Colruyt ervaren dat de initiatieven die ze neemt voor zuinig en efficiënt werken hand in hand gaan met de inspanningen voor een beter leefmilieu zoals sobere verlichting in de winkels, verpakkingspreventie, papierbesparing,...

Bij de bouw van een nieuwe stapelplaats voor vers en diepvriesproducten op de industriezone Dassenveld te Halle, installeerde Colruyt eind 1999 ook een windturbine. Naast het distributiecentrum te Gislenghien (Ath) werd eveneens een windturbine opgesteld die het distributiecentrum van stroom voorziet. Op het dak van het distributiecentrum Dassenveld te Halle heeft Colruyt recent een installatie van fotovoltaïsche cellen geplaatst.

Speciaal om het maatschappelijk draagvlak te vergroten van nieuwe initiatieven inzake hernieuwbare energie in het algemeen en inzake windenergie in het bijzonder, werd door de Groep Colruyt de nv WE-Power opgericht.

### **"Het geheel is meer dan de som der delen"**

Zoals reeds aangehaald is ELDEPASCO een unieke synergie van vier bedrijven, die elk tot de top in hun branche behoren. Samen beschikken zij over de noodzakelijke kennis, technologie en ervaring die nodig is om een grootschalig windturbinepark in zee te bouwen en te exploiteren.

### 1.1.3.3 **Experten**

Arcadis Belgium verbindt zich ertoe dat de verantwoordelijkheid voor de milieueffectenrapportering zal gedragen worden door medewerkers die ervaring hebben inzake MER en het mariene milieu. Het volgende experten team wordt voorgesteld:

dr. ir. Renaat De Sutter	Coördinatie en integratie van de deeldisciplines Juridische aspecten, interacties met andere activiteiten, sediment, water
Lic. Annemie Volckaert	Assistentie bij coördinatie Fauna en flora (benthos, vissen), biodiversiteit, mens, veiligheid
Lic. Mieke Deconinck Lic. Tine Degezelle	Fauna en flora (vogels, zeezoogdieren), zeezicht en cultureel erfgoed
Ir. Kathleen Nysten	Klimatologische factoren, atmosfeer
Lic. Dirk Libbrecht	Geologische aspecten, bodem en sediment
Ing. Ann Himpens	Geluid
dr. ir. Paul Vanhaecke	Algemeen kwaliteitsbeheer

Daarnaast zullen voor specifieke expertises bijkomende externe deskundigen ingeschakeld worden. Het betreft:

- Ir. Johan Cattrysse: effecten inzake radar- en scheepscommunicatie;
- DNV: risico-analyse scheepvaartaccidenten.

### 1.1.4 **Procedure verloop**

De procedure voor het verkrijgen van een vergunning voor het installeren van een windturbinepark op zee is schematisch weergegeven in Figuur 1.1.1.

**Figuur 1.1.1: Schematisch overzicht van de procedure tot het bekomen van een vergunning/machtiging (BMM, 2006)**

## 1.2 **SITUERING EN JUSTIFICATIE VAN HET PROJECT**

### 1.2.1 **Algemene doelstellingen inzake hernieuwbare energie**

Uiteraard kadert het windturbinepark ELDEPASCO in het engagement van de Belgische overheid om tegen het jaar 2010 een aandeel van 6% (4,8 TWh/jaar) van de primaire energiebehoefte te genereren uit hernieuwbare energie. Op 23 januari 2008 heeft de Europese Commissie een energie- en klimaatpakket voorgesteld waarbij de doelstelling voor België wordt opgetrokken naar 13% hernieuwbare energie tegen 2020. Tegen eind 2008 moet in de Europese Raad, en in samenwerking met het Europese Parlement, een politiek akkoord worden bereikt over het pakket.



België kende in 2006 een totale elektriciteitsproductie van 85.534 GWh<sup>1</sup>. Op het vlak van groene stroom heeft België een duidelijke sprong voorwaarts gemaakt, van 1,1% (of 1.076 GWh) in 2002 naar ongeveer 3% (of 2.7462,9 GWh) in 2006.

Het windturbinepark ELDEPASCO zal op het oorspronkelijke concessiegebied 450 GWh/j produceren, terwijl dit voor het uitgebreide concessiegebied 670 GWh/j zal bedragen; dit betekent respectievelijk 0,53 % en 0,78 % van de totale elektriciteitsproductie (in 2006) in België.

Op het federale niveau zijn de specifieke maatregelen ter bevordering van elektriciteitsproductie op basis van hernieuwbare energiebronnen vervat in het Koninklijk Besluit van 5 oktober 2005 tot wijziging van het KB 16/07/2002 betreffende de instelling van mechanismen voor de bevordering van elektriciteit opgewekt uit hernieuwbare energiebronnen. Volgens Artikel 1 van het KB 05/10/2005 is de netbeheerder verplicht, in het kader van zijn taak van openbare dienstverlening, groenestroomcertificaten aan te kopen die zijn afgeleverd krachtens dit besluit en krachtens de elektriciteitsdecreten en -ordonnantie, van de groenestroomproducent die hierom verzoekt, tegen een minimale prijs die bepaald is in functie van de gebruikte productietechnologie. Voor offshore windenergie bedraagt deze prijs 107 €/MWh voor de eerste 216 MW geïnstalleerde capaciteit en 90 €/ MWh voor de overige geïnstalleerde capaciteit (>216 MW).

Deze aankoopverplichting begint bij de inwerkingstelling per productie-eenheid van offshore windenergie voor een periode van 20 jaar.

Daarnaast biedt de wet van 1 juni 2005, tot wijziging van de Wet van 29 april 1999 betreffende de organisatie van de elektriciteitsmarkt, een rechtszeker kader voor de ontwikkeling van offshore windturbineparken, door volgende maatregelen:

- Optrekking van de vergoeding voor groene stroomcertificaten naar 107 €/MWh;
- Deze aankoopverplichting voor de netbeheerder begint bij inwerkstelling van iedere offshore windenergie installatie voor een periode van 20 jaar;
- De financiering van de bekabeling van het offshore project wordt voor een maximum van 25 miljoen € gedragen door de transportnetbeheerder, gespreid over 5 jaren en dit onder toezicht van de CREG;
- Optrekken van de tolerantie marge van 10 % naar 30 % van de afgesproken standaard productiehoeveelheid zonder te worden beboet.

### **1.2.1.1 Doelstellingen van de initiatiefnemer**

Partners binnen ELDEPASCO hebben reeds een ruime ervaring opgedaan inzake het ontwikkelen, realiseren en exploiteren van windturbineparken op land en andere hernieuwbare energieprojecten. Gezien hun expertise en het feit dat nog niet aan de algemene productiedoelstellingen inzake hernieuwbare energie is voldaan (namelijk 13% hernieuwbare energie tegen 2020), wensen deze partners hun activiteiten in het domein hernieuwbare energie verder te zetten en uit te breiden.

Zeker voor wat windenergie betreft is de hoge urbanisatiegraad van Vlaanderen een obstakel voor het realiseren van (grootschalige) windturbineparken en het behalen van de algemene doelstellingen inzake hernieuwbare energie. Bijgevolg wordt naar alternatieve inplantingsplaatsen uitgezien zoals zandbanken op zee gesitueerd binnen het Belgisch Continentaal Plat.

De investerings- en exploitatiekosten zijn voor offshore windenergie significant hoger dan bij onshore projecten. Offshore windenergieprojecten zijn dan ook enkel haalbaar door hun schaalgrootte en door het feit van het hogere windaanbod op zee.

---

<sup>1</sup> FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie (2008). Evaluatie van de primaire energiemarkt in 2006.

De initiatiefnemer heeft als doelstellingen:

- Het zo kosten-efficiënt mogelijk bouwen en exploiteren van een offshore windturbinepark;
- Het energetisch optimaal benutten van de oppervlakte binnen het toegekende concessiegebied;
- Het minimaliseren van de milieu-impact van het project;
- Realisatie van het windturbinepark in de periode 2011-2012.

### **1.2.1.2 Motivatie van de locatiekeuze**

De keuze voor de BANK ZONDER NAAM (BZN) als inplantingsplaats voor het ELDEPASCO windenergieproject is gebaseerd op de volgende elementen:

- KB van 17 mei 2004; dit KB bepaalt de voorwaarden en de procedure voor de toekenning van domeinconcessies voor de bouw en de exploitatie van installaties voor de productie van elektriciteit uit water, stromen of winden, in de zeegebieden waarin België rechtsmacht kan uitoefenen overeenkomstig het internationaal zeerecht (B.S. 29.06.2004). In dit Koninklijk Besluit werd een preferentiële zone voor de ontwikkeling van offshore windturbineparken bij wet afgebakend. De BZN is gelegen binnen de afgebakende zone (Figuur 1.2.1);
- Het nog niet ingenomen zijn van de BANK ZONDER NAAM door een concessie of concessieaanvraag voor een ander windturbinepark of een andere offshore activiteit;
- De verwachting dat de keuze voor deze inplantingsplaats:
  - een minimale milieu-impact genereert;
  - een minimale socio-economische invloed heeft op andere toegestane activiteiten in zee;
- Het aftoetsen van het project aan de criteria opgesteld door de Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee (BMM)<sup>2</sup>, meer bepaald:
  - Groepering van de windturbineparken;
  - Inplanten van zware bouwstructuren buiten de territoriale zee (12-mijlszone);
  - Minimale zichtbaarheid vanaf de kust;
    - ~ De visuele impact op het gezichtsveld is maximaal loodrecht op de diagonaal door het windturbinepark. Indien deze oefening wordt uitgevoerd voor het ELDEPASCO windturbinepark, dan voldoet het park aan het BMM-criterium dat per project een bezetting van 1/9 (20°) van het volledige gezichtsveld is toegestaan;
    - ~ Het punt van de maximale impact bevindt zich volgens deze oefening tussen Wenduine en Blankenberge. Het windturbinepark zal slechts onder zeer gunstige weersomstandigheden visueel waarneembaar zijn;
  - Park lay-out, gericht op een zo efficiënt mogelijk ruimtegebruik (optimale energetische opbrengst per oppervlakte-eenheid);
- Technische en economische haalbaarheid van het project gebaseerd op volgende uitgangspunten:
  - Op de BZN kan een windturbinepark van voldoende schaalgrootte uitgebouwd worden om economisch haalbaar te zijn;
  - De waterdieptes en de geologische structuur van de BZN zijn gelijkaardig aan die van de Thorntonbank; naar verwachting kunnen gelijkaardige funderingstechnieken worden toegepast;

---

<sup>2</sup> Advies van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee, Afdeling Beheer van het Mariene Ecosysteem aan Mevrouw de Minister van Consumentenzaken, Volksgezondheid en Leefmilieu betreffende: de milieuvergunningaanvraag door de Tijdelijke Vereniging Electrabel -Jan De Nul voor de bouw en exploitatie van een windturbinepark op de Vlake van de Raan in de Noordzee dd 16 april 2002.

- Doordat de Thorntonbank en de BZN relatief dicht bij mekaar gelegen zijn, kunnen synergiën en samenwerkingen ontwikkeld worden.

### **Figuur 1.2.1: Motivatie van de locatiekeuze**

#### **1.2.1.3 Ruimtelijk situeren van het project**

De BANK ZONDER NAAM (BZN) is gesitueerd ca. 38 km uit de Belgische kust en leunt aan tegen de grens met de Nederlandse territoriale wateren (Figuur 1.2.2). De BZN is gelegen ca. 6 km 'achter' dwz ten noorden van de Thorntonbank.

### **Figuur 1.2.2: Ruimtelijke situering van het project**

Ten noorden van het windturbinepark bevinden zich 2 telecomkabels; ten Westen is een gasleiding gelegen.

Een lay-out van het ELDEPASCO windturbinepark (waarop zowel de oorspronkelijke domeinconcessie die reeds is toegekend als de uitgebreide domeinconcessie in aanvraag is opgenomen) wordt weergegeven op Plan 'Eldepasco – Windturbinepark op de Bank zonder Naam – Versie 29/08/2008 – Schaal 1/10.000'.

Het project omvat (afhankelijk van de keuze voor de 6M REpower of de 3 MW V90 Vestas)

- Voor de oorspronkelijke concessiezone: 24 (6 MW) – 48 (3 MW) windturbines; 2 meetmasten en 1 TP;
- Voor de uitgebreide concessiezone: 36 (6 MW) – 72 (3 MW) windturbines; 1 meetmast en 1 TP (ten behoeve van de inplanting van de windturbines vervalt in dit geval de meetmast WMM2 die oorspronkelijk ingeplant was ten noordoosten van de oorspronkelijke domeinconcessie);

Onmiddellijk ten zuiden van het windturbinepark bevindt zich het transformatorplatform van waaruit de hoogspanningskabels vertrekken richting kust. De positie van dit platform is geldig voor zowel de oorspronkelijke als voor de uitgebreide concessie.

De ingenomen oppervlakte van het windturbinepark bedraagt voor de oorspronkelijke en voor de uitgebreide concessiezone respectievelijk ca. 9 km<sup>2</sup> en ca. 14,5 km<sup>2</sup> (exclusief veiligheidszones).

Alle turbines bevinden zich overeenkomstig de Kaart van de Vlaamse Banken binnen een zone waarvan de waterdiepte 18-32 m bedraagt (gemiddeld laag laagwaterspring peil).

#### **1.2.1.4 Monitoring bij Eldepasco en andere offshore windparken**

Het reeds in uitvoering zijnde windpark C-Power en de in ontwikkeling zijnde windparken van Eldepasco en Belwind zullen allen worden gerealiseerd binnen de afgebakende windconcessiezone (KB 17/05/2004). Voor de vergunningverlening bij elk van de projecten is of wordt een milieueffectrapport opgesteld, waarin onder meer ook wordt ingegaan op de monitoring van de effecten van de windparken. Gezien de onderlinge nabijheid van de windparken en de overeenkomsten bij de initiatieven is een afstemming tussen de verschillende monitoringsprogramma's aangewezen.

Voor de eerste fase van het C-Power project, waarbij in 2008 met de installatie is begonnen, werd een monitoringprogramma vastgesteld en er zijn reeds nulmetingen uitgevoerd. Bij de goedkeuring van de vergunning van het Belwind park werd een geïntegreerd monitoringprogramma opgesteld voor zowel het Belwind als C-Power project. Bij het opstellen van de monitoring van het Eldepasco project kan rekening worden gehouden met de hiermee verworven kennis, de nulmetingen bij de andere windparken hoeven voor het desbetreffende onderdeel dan niet opnieuw te worden uitgevoerd. Bijvoorbeeld voor hydrometeorologische metingen kan, in overeenstemming met de besprekingen in het BNSWEP, volstaan

worden met één meetstation om drie windparken te bedienen (Ref.: Brief van de minister van mobiliteit en de Noordzee aan C-Power van maart 2007 met afschrift aan Belwind en Eldepasco).

Doel van de hiervoor beschreven aanpak, waarbij gestreefd wordt naar optimalisatie, is het verwerven van relevante kennis zonder dat dit een onevenredig zware monitoringinspanning oplegt. Metingen die bij één van de drie windparken worden uitgevoerd en representatief kunnen zijn voor de waarnemingen bij de andere windparken hoeven niet opnieuw te worden uitgevoerd. Het verdient dan de voorkeur de beste locatie/situatie voor het monitoringprogramma te selecteren. In de eerder genoemde brief is in dat verband al de installatie van één gezamenlijk hydrometeorologisch meetstation voor de drie windparken voorgesteld.

Voor de beschrijving van monitoring in het MER betekent dit dat voor de nulmetingen verwezen wordt naar het programma dat voor C-Power en Belwind wordt uitgevoerd. Ten aanzien van het monitoringprogramma van Eldepasco tijdens de exploitatiefase wordt voorgesteld dat de onderzoeken die in deze fase reeds voor het C-Power of Belwind project voorzien zijn en representatief zijn voor het Eldepasco project, niet opnieuw bij het Eldepasco project worden uitgevoerd. Rekening houdend met het uitvoeringsplan van C-Power kan er op onderdelen voor gekozen worden monitoring bij Eldepasco (of bij Belwind) uit te voeren in plaats van bij C-Power.

## **1.3 JURIDISCHE EN BELEIDSMATIGE RANDVOORWAARDEN**

### **1.3.1 Juridische randvoorwaarden**

#### ***1.3.1.1 Nationale wetgeving***

Het Belgische mariene gebied (vanaf de gemiddelde laag laagwaterspringlijn; GLLWS) is federale bevoegdheid. Het gebied wordt opgedeeld in de 12 mijlszone (of territoriale wateren); de 24-mijlszone (of de aansluitende zone) en de aangrenzende exclusieve economische zone (= Belgisch Continentaal Plat).

In België heeft voormalig minister voor de Noordzee, Johan Vande Lanotte, sinds het aantreden van de federale regering in juli 2003 de eerste stappen gezet naar de ontwikkeling van een duurzaam maritiem beleid met zijn Masterplan Noordzee. Het Masterplan is een visie op een leefbare toekomst. Het is een visie met als sleutelwoord duurzaam beheer: het verzoenen van de verschillende economische activiteiten en tegelijkertijd de natuurwaarden behouden. Het Masterplan is een gefaseerde en gezonde aanpak van het Belgisch deel van de Noordzee in overleg met alle betrokkenen. Dit beleid is verder gezet door zijn opvolger, Renaat Landuyt, onder het motto 'Noordzee – Noordzeven' (alluderend op de zeven krachtlijnen: zeewindenergie, zeevisserij, zeevaart, zeehaven, zeenatuur, zeerecreatie en zeewetgeving). Relevant voor de windenergiesector is de toekenning van een zone voor de bouw en exploitatie van installaties voor de productie van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen volgens **het KB 17/05/2004**. Sinds de huidige regering Letermé I, is de ministerpost voor de Noordzee afgeschaft en valt de bevoegdheid over de Noordzee rechtstreeks onder de eerste minister.

Door de oprichting van het Coördinatiepunt voor Geïntegreerd Beheer van Kustgebieden wordt ook het duurzaam beheer van het kustgebied in België gestimuleerd. De kustzone vanaf de GLLWS landinwaarts is regionale (Vlaamse) bevoegdheid o.a. wat betreft milieubescherming. Dat heeft als gevolg dat het toepassingsgebied van dit MER zich beperkt tot de mariene zones (dus gerekend vanaf de gemiddelde laagwaterspringlijn). We wensen er echter op te wijzen dat de afbakening van de milieueffecten van activiteiten niet noodzakelijk samenvalt met de bevoegdheidsgrenzen. Eventuele milieu-impact op land (onder Vlaamse bevoegdheid) wordt in principe niet behandeld in dit MER.

Voor de mariene zones zijn een aantal nationale wetten geldig. Deze worden in de volgende paragrafen beknopt beschreven.

Een eerste belangrijke wet is **de wet van 13 juni 1969 inzake de exploratie en exploitatie van niet-levende rijkdommen van de territoriale zee en het Continentaal Plat** (publicatie Belgisch Staatsblad 8/10/1969). Delen van deze wet werden herzien in de wet van 20 januari 1999 betreffende de bescherming van het mariene milieu en de wet van 22 april 1999 betreffende de exclusieve economische zone. In de wet van 13 juni 1969 art. 4 staat vermeld dat voor het leggen van kabels en pijpleidingen een machtiging vereist is die wordt verleend volgens de regels die de Koning bepaalt.

Van belang is dus ook de **wet betreffende de exclusieve economische zone van België in de Noordzee van 22 april 1999** (publicatie Belgisch Staatsblad 10/07/1999) die de Belgische jurisdictie uitbreidt buiten de territoriale wateren voor een aantal zaken op het vlak van milieu en milieubescherming, beheer en exploitatie van levende en niet-levende rijkdommen, en de opwekking van energie uit water, wind en stromen. Zoals vermeld in voorgaande paragraaf is deze wet ook van toepassing op de te leggen kabels voor het windturbinepark.

Een mijlpaal in de mariene wetgeving vormt de **wet ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België van 20 januari 1999, gewijzigd bij wet van 17 september 2005 en bij wet van 21 april 2007 of kortweg de Wet Mariene Milieu**. Deze wet bepaalt verschillende principes die de gebruikers van de Belgische mariene wateren dienen in acht te nemen. Daartoe behoren de volgende internationaal erkende principes:

- het voorzorgsprincipe
- het preventieprincipe
- het principe van duurzaam beheer
- het vervuiler-betaalt-principe
- het herstelprincipe

Die principes moeten bijgevolg in acht genomen worden tijdens de bouw, uitbating en ontmanteling van het windturbinepark alsook tijdens het uitvoeren van de werken en de bekabeling.

Aansluitend bij het 5<sup>de</sup> principe (herstelprincipe) wordt het beginsel van objectieve aansprakelijkheid vastgelegd. Deze bepaalt dat bij elke schade of milieuverstoring van de zeegebieden veroorzaakt door bijvoorbeeld een ongeluk of een inbreuk op de wetgeving, deze verplicht moet hersteld worden door diegene die de schade of milieuverstoring heeft veroorzaakt, zelfs al heeft hij geen fout begaan.

Naast de algemene beginselen, hierboven opgesomd, werd in de wet op de bescherming van het mariene milieu ook de basis gelegd voor de instelling van mariene reservaten en de bescherming van planten en dieren.

In **Art.25** van de Wet Mariene Milieu worden de activiteiten, waaronder de activiteiten van burgerlijke bouwkunde zoals het oprichten van windturbines, opgesomd die onderworpen zijn aan een voorafgaande vergunning of machtiging verleend door de minister. Bij deze milieuvergunningsprocedure horen volgende gewijzigde Koninklijke Besluiten (KB):

- **KB van 7 september 2003** (publicatie Belgisch Staatsblad 17/09/03) houdende de procedure tot vergunning en machtiging van bepaalde activiteiten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België. Een vergunning wordt verleend voor een termijn van hoogstens 20 jaar (art. 41 §1). Een machtiging wordt verleend voor de termijn vereist voor de voltooiing van de gemachtigde activiteit (max. 5 jaar, met uitzonderlijk verlenging met 5 jaar) (art. 41 §1).
- **KB van 9 september 2003** (publicatie Belgisch Staatsblad 17/09/03) houdende de regels betreffende de milieu—effectenbeoordeling in toepassing van de wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België.

Op federaal vlak is ook het **KB van 12 maart 2002** (publicatie Belgisch Staatsblad 09/05/2002) **betreffende het leggen van elektriciteitskabels** op het Continentaal Plat onder de rechtsbevoegdheid van België van belang.

Op basis van de bovengenoemde wetten en besluiten is een machtiging vereist voor de bouw van het windturbinepark, voor de exploitatie van het windturbinepark is een vergunning vereist. Er is eveneens een machtiging vereist voor de te leggen kabels en er is ook een machtiging vereist als er geulen moeten worden gegraven, evenals een vergunning voor de exploitatie van de kabels. Zoals eerder genoemd is een MER een essentieel onderdeel van de vergunningsaanvraag.

Naast de milieuvergunningsprocedure is er een procedure voor het toekennen van een domeinconcessie volgens het **KB van 20 december 2000** (gewijzigd op 17/05/2004; 28/09/2008) betreffende de voorwaarden en procedures voor het verkrijgen van **een domeinconcessie** voor de bouw en de exploitatie van installaties voor de productie van elektriciteit uit water, stromen of winden in de zeegebieden waar België zijn jurisdictie kan laten gelden. Hierin wordt bepaald dat domeinconcessies voor windenergieparken in Belgische mariene wateren kunnen worden verleend voor een periode van 20 jaar (met een mogelijke verlenging tot maximaal 30 jaar). Een domeinconcessie kan toegekend worden vóór de milieuvergunning, doch zij wordt pas geldig wanneer ook de milieuvergunning een feit is.

Vervolgens zijn ook een aantal Koninklijke Besluiten van kracht met betrekking tot de bescherming van soorten en habitats die hun oorsprong vinden in de Wet Mariene Milieu en de Europese Habitat- (92/43/EEG) en Vogelrichtlijn (79/409/EEG) (zie ook 1.3.1.2):

- Het **KB van 21 december 2001** betreffende de **bescherming van de soorten** in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België: hier worden verschillende beschermingsmaatregelen voorgelegd ter bescherming van wilde/bedreigde flora en fauna, voor de instandhouding van de natuurlijke habitats en de biodiversiteit en ter voorkoming van schade aan gewassen, visgronden en andere vormen van eigendom.
- Het **KB van 14 oktober 2005** betreffende de instelling van **speciale beschermingszones en speciale zones voor natuurbehoud** in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België.
  - Binnen het KB worden drie speciale beschermingszones ingesteld met name een zone van 110,01 km<sup>2</sup> te Nieuwpoort (SBZ1), een zone van 144,80 km<sup>2</sup> te Oostende (SBZ2) en een zone van 57,71 km<sup>2</sup> ter hoogte van Zeebrugge (SBZ3) en dit op basis van het voorkomen van vier beschermde vogelsoorten (fuut, de grote stern, de visdief en de dwergmeeuw). Bovendien worden ook 2 speciale zones voor natuurbehoud ingesteld met name "Trapegeer Stroombank" (181 km<sup>2</sup>) en de "Vlakte van de Raan" (19,17 km<sup>2</sup>).
  - Het KB definieert die speciale beschermingszones als de zones die als speciale beschermingszones worden aangewezen in Art.7 §2 van de wet ter bescherming van het mariene milieu en Art.4 van de Vogelrichtlijn;
  - Het KB (art. 5) verbiedt volgende activiteiten: activiteiten van burgerlijke bouwkunde, industriële activiteiten en activiteiten van publicitaire en commerciële ondernemingen;
  - Het KB (art. 6) eist een passende beoordeling voor elk plan of project dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van het gebied, maar dat afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kan hebben voor zo'n gebied en dit volgens de procedures van KB 09/09/2003. De beoordeling dient rekening te houden met de instandhoudingsdoelstellingen van het betrokken gebied.
  - Het KB geeft aan waarvoor de Minister een gebruikersovereenkomsten afsluit en binnen de 3 jaar een eerste beleidsplan opstelt.
- Het **KB van 14 oktober 2005** betreffende de voorwaarden, sluiting, uitvoering en beëindiging van **gebruikersovereenkomsten** en het opstellen van **beleidsplannen voor de beschermde mariene gebieden** in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België.

- Een beleidsplan houdt minstens volgende gegevens in: informatie over de van toepassing zijnde beschermingsmaatregelen, informatie over de gebruikersovereenkomst en andere relevante maatregelen, de resultaten van de monitoring, beschrijving van het effect van de opgenoemde maatregelen.
- Verder kan het ook voorstellen inhouden tot een herziening van de van toepassing zijnde bescherming in het gebied of tot instelling van nieuwe mariene beschermde gebieden en hun beschermingsmaatregelen.
- Het **KB van 5 maart 2006** tot instelling van een **gericht marien reservaat, de "Baai van Heist"** (6,76 km<sup>2</sup>). Dit reservaat is gelegen in één van de drie speciale beschermingszones (SBZ 3) en sluit aan op het bestaande Vlaamse natuurreservaat Baai Van Heist. Hier geldt een verbod van alle activiteiten behoudens deze die onder de gebruikersovereenkomst vallen. Ook scheepvaart, het leggen en onderhoud van kabels en pijpleidingen worden toegelaten. Het KB eist een passende beoordeling voor elk plan of project dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van het gebied, maar dat afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kan hebben voor zo'n gebied en dit volgens de procedures van KB 09/09/2003. Het KB geeft aan waarvoor de Minister een gebruikersovereenkomsten afsluit en binnen de 3 jaar een eerste beleidsplan opstelt.

### **Figuur 1.3.1: Natuurgebieden in de Belgische mariene wateren**

Het concessiegebied situeert zich niet binnen één van voorgenoemde beschermde gebieden. Het milieueffectenrapport voorziet 1 kabeltracé namelijk aanlanding ter hoogte van de Westelijke Strekdam te Zeebrugge met gestuurde boring onder de duinengordel. Het voorziene kabeltracé kruist de speciale beschermingszone SBZ-3 (Zeebrugge).

Op basis van het KB 14/10/2005 (art. 6) dient een passende beoordeling opgemaakt te worden voor de aanleg van het kabeltracé daar zij mogelijks significante gevolgen kan hebben voor het gebied. Indien uit de passende beoordeling blijkt dat het project een significant negatieve invloed kan hebben op het beschermde gebied moet in de eerste plaats gezocht worden naar alternatieve oplossingen. Indien er geen alternatieve oplossingen voorhanden zijn, dient aangetoond te worden dat het project wordt uitgevoerd om dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard. Mits de nodige compenserende maatregelen kan eventueel toch een toestemming verleend worden.

Ten slotte is ook de **wet van 1 juni 2005 tot wijziging van de wet betreffende de regulering van de elektriciteitsmarkt van 29 april 1999** van belang. De wet betreffende de organisatie van de elektriciteitsmarkt voorziet in het uitwerken van een ondersteunend systeem dat de elektriciteitsproductie op basis van hernieuwbare energiebronnen moet stimuleren. Deze hebben een juridische basis gekregen door het **KB van 16 juli 2002, gewijzigd door KB 5 oktober 2005** die de bijzondere bepalingen betreffende de toekenning van groenestroomcertificaten voor elektriciteit bepaalt en de tariefmaatregelen vastlegt die een minimum prijs waarborgen voor de verschillende soorten groene stroom, ongeacht hun productieplaats.

#### **1.3.1.2 Toepasselijke EG richtlijnen**

De **EIA richtlijn (85/337/EG) gewijzigd bij richtlijn 97/11/EG en 2003/35/EG**: Environmental Impact Assessment. Deze richtlijn is van toepassing op de milieueffectenbeoordeling van openbare en particuliere projecten die aanzienlijke gevolgen kunnen hebben voor het milieu. Onder projecten worden bouwwerken, ingrepen in de natuur en landschappen en ook ontginningen van bodemschatten verstaan.

Voor projecten die een aanzienlijk milieueffect kunnen hebben, door hun aard, omvang of ligging, moeten de lidstaten de nodige maatregelen treffen om een beoordeling van hun effecten op te tekenen, alvorens een vergunning wordt verleend.

Bij de milieueffectenbeoordeling worden de directe en indirecte effecten van een project op passende wijze geïdentificeerd, beschreven en beoordeeld naar de volgende factoren:

- mens, dier en plant;
- bodem, water, lucht, klimaat en landschap;
- materiële goederen en het culturele erfgoed;
- de samenhang tussen de in het eerste, tweede en derde genoemde factoren;

De **SEA richtlijn (2001/42/EG)**<sup>3</sup>: Protocol on Strategic Environmental Assessment. Het doel van de SEA richtlijn is om te garanderen dat mogelijke milieu-impacten van bepaalde plannen of projecten geïdentificeerd zijn vooraleer ze toegelaten worden, en in overweging worden genomen bij een eventuele uitvoering ervan. Dit gebeurt aan de hand van een milieu-beoordeling waarvoor de SEA systematische gebruiken/regels opstelt. SEA zal verplicht zijn voor een brede waaier aan plannen en projecten (vb. bosgrond, energie, industrie, transport, afval management, toerisme, landgebruik), die significante milieu-effecten kunnen veroorzaken.

De richtlijn voorziet ook een extensieve publieke participatie in het beslissingsproces van de regering over verschillende ontwikkelingssectoren.

De **Europese richtlijn (2001/77/EG)** van 27 september 2001 over de bevordering van **elektriciteitsopwekking uit hernieuwbare energiebronnen** op de interne elektriciteitsmarkt. Deze richtlijn heeft als doel 12 % van het bruto binnenlandse energieverbruik uit hernieuwbare energiebronnen te onttrekken tegen 2010 en in het bijzonder het aandeel elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen tegen 2010 op te voeren tot 22 % van het totale elektriciteitsverbruik voor de gehele unie. Voor wat België betreft ligt de doelstelling voor het aandeel van elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen op 6 % tegen 2010. Ondertussen heeft de Europese Commissie op 23 januari 2008 een energie- en klimaatpakket voorgesteld waarbij de nieuwe doelstelling inzake hernieuwbare energie voor België opgetrokken wordt naar 13 % tegen 2020.

De **Europese Kaderrichtlijn Mariene strategie** (2008/56/EG) van 17 juni 2008 die een kader vaststelt om maatregelen te nemen om uiterlijk in 2020 een goede milieutoestand van het mariene milieu te bereiken of te behouden.

**Aanbeveling van het Europese Parlement en de Raad van 30 mei 2002** betreffende de uitvoering van een **geïntegreerd beheer van kustgebieden** in Europa (2002/413/EG) en de mededeling van de commissie aan de Raad en het Europese Parlement over geïntegreerd beheer van kustgebieden: Een strategie voor Europa (COM(2000) 547 definitieve versie) van 27 september 2000.

De **EG-Vogelrichtlijn (79/409/EEG)** en de **EG-Habitatrichtlijn (92/43/EEG)** ter bescherming van bedreigde vogelsoorten en hun natuurlijke leefmilieu. Vooral het feit dat het projectgebied onder de definitie van een zandbank valt ("*constant net onder het zeewateroppervlak*" (*Natura 2000 Code 1110*), *wat geïnterpreteerd wordt als: "Zandbanken in de kustwateren, permanent onder water. De waterdiepte ligt zelden meer dan 20 m onder de chartdatum"*) betekent dat ze eventueel kan worden geklasseerd als een potentieel habitatrichtlijn gebied. Ter verduidelijking van de implicaties van de vogel- en habitatrichtlijngebieden wordt verder een korte bespreking gegeven. Voor een situering van de gebieden die in aanmerking komen om als EG-Vogel- en Habitatrichtlijngebied afgebakend te worden, wordt verwezen naar de discipline fauna en flora.

---

<sup>3</sup>[http://www.unece.org/env/eia/sea-protocol.htm\(18/04/05\);](http://www.unece.org/env/eia/sea-protocol.htm(18/04/05);) <http://www.europa.eu.int/comm/environment/eia/home.htm>  
(27/04/05)



## DE VOGELRICHTLIJN

In 1979 werd door de Europese Commissie de Vogelrichtlijn uitgevaardigd (Richtlijn 79/409/EEG, 2 april 1979). Deze richtlijn voorziet in een bevordering van een betere bescherming van vogels in de Europese Gemeenschap en de instandhouding van alle natuurlijk in het wild levende vogelsoorten op het Europese grondgebied. Volgens Artikel 4 van de Vogelrichtlijn moeten in de leefgebieden van de soorten uit Bijlage I speciale beschermingsmaatregelen getroffen worden opdat deze soorten daar waar zij nu voorkomen, kunnen voortbestaan en zich kunnen voortplanten. Bovendien moet men ook de broed-, rui-, overwinterings- en rustplaatsen van enkele niet op Bijlage I voorkomende trekvogelsoorten beschermen. De lidstaten moeten de naar aantal en oppervlakte voor de instandhouding van deze soorten meest geschikte gebieden als speciale beschermingszones aanwijzen en beheren, waarbij rekening wordt gehouden met de bescherming die deze soorten behoeven (Art.4 lid 1). Deze soorten dienen ook door andere maatregelen beschermd te worden, zoals een verbod om op deze vogels te jagen of ze opzettelijk te verstoren (Art. 5).

Criteria die als basis dienden voor het opnemen van soorten in de Bijlage I zijn de volgende:

- soorten die dreigen uit te sterven,
- soorten die gevoelig zijn voor bepaalde wijzigingen van het leefgebied,
- soorten die als zeldzaam worden beschouwd omdat hun populatie klein is of omdat zij slechts plaatselijk voorkomen,
- andere soorten die omwille van specifieke kenmerken van hun leefgebied speciale aandacht verdienen.

De Belgische overheid heeft op tweeërlei wijze uitvoering gegeven aan de verplichtingen van de Vogelrichtlijn. In de eerste plaats voorziet het KB van 21 december 2001 in de bescherming van soorten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België (Belgisch Staatsblad van 14 februari 2002). Naast deze algemene beschermingsmaatregelen (bescherming tegen verstoring, jacht, etc.) hebben Lidstaten van de Europese Unie de verplichting om Speciale Beschermingszones die belangrijk zijn voor bepaalde vogels en Speciale zones voor natuurbewoud af te bakenen en er een gepast beheer te voeren. Onlangs heeft de federale overheid drie Speciale Beschermingszones voor de Belgische mariene wateren goedgekeurd (KB 14/10/2005): aan de haven Nieuwpoort, Zeebrugge en Oostende (Figuur 1.3.1; zie ook 1.3.1.1). Deze gebieden laten scheepvaart, visserij, militaire activiteiten, veiligheidsoefeningen en andere activiteiten toe mits het opstellen van een MER/MEB en eventuele compensatie indien aantasting vogelaantallen. Volgende activiteiten zijn echter verboden: windturbines, zandwinning, bepaalde sportvisserijactiviteiten, schelpenvisserij, artificiële riffen, kunstmatige eilanden, nieuwe woon-, recreatie-, entertainment-, infrastructuurgebieden.

## DE HABITATRICHTLIJN

In 1992 werd door de Europese Commissie de Habitatrichtlijn uitgevaardigd (Richtlijn 92/43/EEG, 21 mei 1992). Deze Richtlijn bevat een Bijlage met belangrijke habitats (waaronder zandbanken), en een Bijlage met belangrijke soorten (zonder de vogels) die in de Europese Gemeenschap beschermd moeten worden. Eén van de middelen om deze soorten en habitats efficiënt te beschermen, is het aanduiden van Speciale Beschermingszones (of SBZ's).

Via het KB 14/10/2005 heeft de federale overheid twee Speciale zones voor natuurbewoud voor de Belgische mariene wateren goedgekeurd: Trapegeer-Stroombank en Vlake van de Raan (Figuur 1.3.1). De activiteiten die toegelaten en verboden worden in dit gebied zijn dezelfde als bij de speciale beschermingszone vogels; alleen komt er nog bij dat er geen baggerspecie mag gestort worden.

Vanuit het standpunt van dit soort projecten is het interessant om het artikel 6.3 en 6.4 van de habitatrichtlijn aan te halen:

- 6.3. Voor elk plan of project dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van het gebied, maar afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kan hebben voor zo'n gebied, wordt een passende beoordeling gemaakt van de gevolgen voor het gebied, rekening houdend met de instandhoudingdoelstellingen van dat gebied. Gelet op de conclusies van de beoordeling van de gevolgen voor het gebied en onder voorbehoud van het bepaalde in lid 4, geven de bevoegde nationale instanties slechts toestemming voor dat plan of project nadat zij de zekerheid hebben verkregen dat het de natuurlijke kenmerken van het betrokken gebied niet zal aantasten en nadat zij in voorkomend geval inspraakmogelijkheden hebben geboden.
- 6.4. Indien een plan of project, ondanks negatieve conclusies van de beoordeling van de gevolgen voor het gebied, bij ontstentenis van alternatieve oplossingen, om dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard, toch moet worden gerealiseerd, neemt de Lidstaat alle nodige compenserende maatregelen om te waarborgen dat de algehele samenhang van Natura 2000 bewaard blijft. De Lidstaat stelt de Commissie op de hoogte van de genomen compenserende maatregelen.

Wanneer het betrokken gebied een gebied met een prioritair type natuurlijke habitat en/of een prioritaire soort is, kunnen alleen argumenten die verband houden met de menselijke gezondheid, de openbare veiligheid of met voor het milieu wezenlijke gunstige effecten dan wel, na advies van de Commissie, andere dwingende redenen van groot openbaar belang worden aangevoerd.

## **NATURA-2000 NETWERK**

Geselecteerde Habitatrichtlijngebieden en Vogelrichtlijngebieden vormen een ecologisch netwerk: het NATURA 2000 netwerk. Dit is een netwerk van gebieden met soorten en/of habitats van communautair belang, en vormt de ruggengraat van het Europese milieubeleid m.b.t. beschermde gebieden. Het beheer van deze beschermde gebieden moet het behoud en herstel van de habitats en soorten garanderen, en moet, indien mogelijk, rekening houden met socio-economische factoren.

### **1.3.1.3 De internationale overeenkomsten en richtlijnen**

Naast de hierboven beschreven nationale regelgeving en EG richtlijnen zijn een aantal internationale verdragen en reglementeringen van belang. Zonder in detail te willen treden over de inhoud ervan, worden ze hieronder kort opgesomd.

- Het Zeerechtverdrag (1982) die het juridische kader vormt voor het gebruik van de oceanen.
- COLREG inzake het voorkomen van aanvaringen (1972)
- Het SOLAS-verdrag inzake veiligheid van mensenlevens op zee (1974/1978)
- UNCLOS (1982) inzake het gebruik van de oceanen en hun grondstoffen. Kuststaten hebben soevereine rechten in de Exclusieve Economische Zone (EEZ) met betrekking tot natuurlijke rijkdommen en bepaalde economische activiteiten, en het uitoefenen van jurisdictie over marien wetenschappelijk onderzoek en milieubescherming (art. 60 is specifiek gericht op installaties in de EEZ)
- Internationale conventie inzake controle van aangroeiwerende systemen (2001)

Vanuit het oogpunt van de natuurbescherming zijn volgende verdragen, overeenkomsten en reglementeringen van belang:

- De **Vijfde Internationale Conferentie over de Bescherming van de Noordzee (Bergen-Noorwegen, 20-21 maart 2002)**, waarin de aanpak van het ecosysteem voor de verdere ontwikkeling van de Noordzee duidelijk naar voren wordt geschoven.
- Het **Protocol van Kyoto** bij het Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake klimaatverandering (UNFCCC) van 11 december 1997 om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen. Een

wereldwijde klimaatstrategie, die een beperking van de emissie van broeikasgassen inhoudt, is overeengekomen in het kader van de United Nations Climate Convention (1992), en zijn implementatie in het Kyoto Protocol (1997). Voor België betekent dit een reductie van 7,5 % van de uitgestoten broeikasgassen in 2010 ten opzichte van 1990.

- Het **OSPAR-verdrag van 1992**<sup>4</sup> voor de bescherming van het mariene milieu van de NO-Atlantische Oceaan (25/03/1998) heeft als belangrijkste doel:
  - het voorkomen en beëindigen van de verontreiniging van het mariene milieu;
  - het beschermen van het zeegebied tegen de nadelige effecten van menselijke activiteiten om de gezondheid van de mens te beschermen en het mariene ecosysteem in stand te houden;
  - indien mogelijk de aangetaste zeegebieden te herstellen;
  - bescherming van het mariene ecosysteem en de biologische biodiversiteit (Bijlage V – 1998)
- Het **ESPOO-verdrag van 1991** over milieueffectenrapportering in een grensoverschrijdende context.
- Het **RAMSAR-verdrag (1971-1975)** over internationaal belangrijke watergebieden voor vogels en de bescherming van die gebieden (beperkt tot op een diepte van 6 m). Voor een situering van deze beschermingsgebieden wordt naar de discipline fauna en flora verwezen.
- Het **Verdrag van Bonn (1979)** inzake bescherming van trekkende (wilde) soorten en de verwante **ASCOBANS-overeenkomst (1992)** ter bescherming van kleine walvisachtigen in de Noordzee en de Oostzee.
- Het **Verdrag van Bern (1979)** inzake behoud van wilde dieren en planten en hun natuurlijke leefmilieu.
- Het **Verdrag inzake Biodiversiteit van Rio de Janeiro** door België ondertekend en goedgekeurd (**11/05/1995**, gepubliceerd 2/04/1997). De conventie erkent dat biologische diversiteit meer omvat dan planten, dieren, micro-organismen en hun ecosystemen, het gaat ook over mensen en hun voedselzekerheid, medicijnen, gezonde lucht en water, en een proper en gezond milieu om in te leven. Het doel van de **CBD - Conventie** (Convention on Biological Diversity)<sup>5</sup> is:
  - het behouden van de biologische diversiteit;
  - het duurzaam gebruik van zijn componenten;
  - het eerlijk verdelen van de opbrengsten die voortkomen uit de natuurlijke rijkdommen.
- **Hoofdstuk 17 van Agenda 21** met betrekking tot de bescherming van zee- en kustgebieden.
- **Europese Kaderrichtlijn Water (2000)** die als doelstelling heeft het bereiken van een goede chemische en ecologische toestand tegen 2015 voor o.a. de kustwateren (1-mijls zone).

Van minder direct belang zijn de volgende conventies en verdragen gerelateerd aan operationele lozingen en vervuiling ten gevolge van een ongeval.

- Het **OPRC (1990)** omtrent het paraat zijn, de samenwerking en de bestrijding van olievervuiling.
- Het **MARPOL 73/78** -Verdrag en de bijlagen I (olie) en V (scheepsvuilnis) ter voorkoming van verontreiniging. Voor bijlage I en bijlage V is de Noordzee een "Speciale Zone".
- De internationale conventies omtrent burgerlijke aansprakelijkheid inzake schade door vervuiling met olie (International Conventions on Civil Liability for Oil Pollution Damage ook gekend als **CLC 1969 en CLC 1992**) omtrent de verplichte verzekering van de tankereigenaar.

---

<sup>4</sup> [http://www.noordzeeloket.nl/beleid\\_en\\_regelgeving/verdragen/OSPAR-verdrag](http://www.noordzeeloket.nl/beleid_en_regelgeving/verdragen/OSPAR-verdrag) (18/04/05)

<sup>5</sup> <http://www.biodiv.org/Convention/default.shtml> (18/04/05)

- De internationale conventies voor de oprichting van een Internationaal Fonds voor de Compensatie van Olievervuilingsschade (**IOPC Fund 1971 en 1992**) ter aanvulling van de CLC1969 en CLC 1992.
- De Internationale conventie omtrent de burgerlijke aansprakelijkheid van vervuilingsschade door **bunkerolie (maart 2001)**. Deze conventie wordt van kracht op 21 november 2008<sup>6</sup>.
- Het **Akkoord van Bonn (1983)** tussen de Noordzeestaten en de EG inzake wederzijdse hulp en samenwerking in bestrijding van (olie)vervuiling, en bewaking en controle ter voorkoming van overtreding van reglementen ter bescherming en bestrijding van pollutie.

### 1.3.2 Beleidsmatige randvoorwaarden

#### 1.3.2.1 Doelstellingen voor Europa

De vooruitzichten voor ontginning en gebruik van de huidige energievormen en de steeds stijgende vraag naar energie leiden tot een Europese beleid dat enerzijds gericht is op een reductie van het energieverbruik en anderzijds op een streven naar het gebruik van nieuwe duurzame energievormen. De redenen daarvoor zijn velerlei, maar enkele belangrijke zijn:

- De Europese Unie streeft ernaar zoveel mogelijk zelf in te staan voor haar energievoorziening en bijgevolg zoveel mogelijk onafhankelijk te zijn van de buitenlandse energiemarkt. Op dit ogenblik is de Unie sterk gebonden aan de markt buiten de Unie voor haar huidige energievoorziening. De Conferentie van Rio van 1992 heeft de aanzet gegeven tot een duurzame ontwikkeling met als doel een betere verdeling van de bronnen (sociale billijkheid) en een levenskwaliteit die schade toebrengt noch aan het milieu noch aan de toekomst van de volgende generaties. De zwakke punten van fossiele brandstoffen evenals de problemen met kernenergie die aan het licht zijn gekomen, noodzaken tot een waardering van andere en nieuwe energievormen.
- Op 23 januari 2008 lanceerde de Europese Commissie haar klimaatpakket 'Climate Action and Renewable Energy Package'. Het pakket omvat maatregelen om tegelijkertijd de doelstellingen voor een verminderde uitstoot van broeikasgassen te halen én de energievoorziening op lange termijn te verzekeren. Het pakket stelt voor de 27 EU-lidstaten ambitieuze doelstellingen voor: samen moeten zij hun broeikasgasuitstoot tegen 2020 met 20% naar omlaag brengen t.o.v. 1990, moet het aandeel hernieuwbare energiebronnen in de totale energievoorziening stijgen tot 20% (waarvan het aandeel biobrandstoffen in voertuigbrandstof 10% zou moeten bedragen), en dat terwijl de energie-efficiëntie opgekrikt moet worden met 20%. De Europese Commissie stelde voor de verschillende Lidstaten ook een doelstelling inzake hernieuwbare energie voor. Voor België stelt de Europese Commissie een doelstelling van 13% voor, te behalen in 2020.

Het is ook van belang om de doelstellingen van de Europese Unie te vermelden voor een geïntegreerd kustzonebeheer, de bescherming van de (zee)biodiversiteit en de reductie van de zeevervuiling.

De recente mededelingen van de EG met betrekking tot het geïntegreerd kustzonebeheer (COM(2000) 547 en COM(2000) 545) wijzen op het belang van een aantal principes (breed perspectief op lange termijn, het plaatselijke perspectief, het werken met natuurlijke processen, de betrokkenheid van alle partners, actoren en besturen, en de correcte mix van instrumenten) waarmee rekening gehouden moet worden bij het beheer en de ontwikkeling van de kustzone. De principes van duurzame ontwikkeling zijn hier bijgevolg eveneens van belang.

De recent goedgekeurde Europese Kaderrichtlijn Mariene strategie (2008/56/EG) van 17 juni 2008 stelt een kader vast om maatregelen te nemen om uiterlijk in 2020 een goede milieutoestand van het mariene

---

<sup>6</sup> <http://www.imo.org/Conventions/> (29/09/2008)

milieu te bereiken of te behouden. Hierbij moet ook de impact van verschillende gebruikers van de Noordzee in beschouwing genomen worden.

### **1.3.2.2 Doelstellingen voor België en Vlaanderen**

Op basis van het protocol van Kyoto moet ook België zijn broeikasgassenemissie reduceren. Onder de Burden Sharing Agreement tussen de Europese lidstaten, afgesloten volgens artikel 4 van het Kyotoprotocol heeft België een reductiedoelstelling vastgelegd van 7,5 % ten opzichte van 1990 voor de periode 2008-2012. Zoals reeds vermeld in voorgaande paragrafen, heeft de Europese Commissie op 23 januari 2008 zijn energie-en klimaatpakket voorgesteld waarbij de doelstelling voor België wordt opgetrokken naar 13% hernieuwbare energie tegen 2020. Het aandeel van de hernieuwbare energiebronnen in het elektriciteitsverbruik in België bedraagt op dit ogenblik ca. 3 % ( FOD Economie, KMO, Middenstand & Energie, 2008).

België kende in 2006 een totale elektriciteitsproductie van ongeveer 85.500 GWh . Op het vlak van groene stroom heeft België een duidelijke sprong voorwaarts gemaakt, van 1,1% (of 1.076 GWh) in 2002 naar ongeveer 3% (of 2.746,9 GWh) in 2006.

Het windturbinepark ELDEPASCO zal op het oorspronkelijke concessiegebied 450 GWh/j produceren, terwijl dit voor het uitgebreide concessiegebied 670 GWh/j zal bedragen; dit betekent respectievelijk 0,53 % en 0,78 % van de totale elektriciteitsproductie (in 2006) in België.

België heeft een studie laten uitvoeren om na te gaan hoe het in de toekomst in zijn energie zal voorzien. Die evaluatie is gemaakt door de Commissie voor de "Analyse van de Middelen voor Productie van Elektriciteit en de Revaluatie van de Energievectoren" (AMPERE-rapport door Pauwels *et al.*, 2000). Ze was belast met het formuleren van aanbevelingen en voorstellen inzake de toekomstige keuzen op het vlak van elektriciteitsproductie, opdat die zouden overeenstemmen met de noden van de samenleving, de economie en het milieu van de éérentwintigste eeuw.

Voor wat hernieuwbare energie betreft, beschrijft de conclusie van het rapport dat "voor de termijn 2020 enkel windenergie en biomassa een relevante bijdrage kunnen leveren in de Belgische elektriciteitsproductie. In het beste geval zouden wind en biomassa samen tot ca. 10 % van de Belgische elektriciteitsproductie kunnen leveren, op basis van 80 TWu (1998)". Zowel grote projecten op land als in zee moeten worden ontwikkeld om de ambitieuze doelstellingen te behalen (Pauwels *et al.*, 2000). Verder maakt het rapport een beschrijving van de verschillende andere, maar op dit ogenblik beperkte, mogelijkheden van hernieuwbare energie in België.

De Belgische doelstelling houdt in dat tegen 2020 13% van het elektriciteitsverbruik moet komen uit een hernieuwbare energiebron. Die doelstellingen worden vervolgens omgezet in regionale doelstellingen. Zowel op federaal als op Vlaams niveau blijven naast maatregelen zoals een verhoogde fiscale aftrek, een ecologiepremie, etc., de groenestroomcertificaten de belangrijkste steunmaatregel ter bevordering van hernieuwbare energie. Het Vlaamse Gewest heeft in het Elektriciteitsdecreet van 17 juli 2000 het systeem van groenestroomcertificaten opgenomen dat gestart is op 1 januari 2002. Dit verplicht de elektriciteitsleveranciers om een gedeelte van de geleverde stroom in te vullen met groene stroom. Dit percentage stijgt jaarlijks en zal oplopen van 1,2 % in 2004 tot 6 % in 2011. Een leverancier kan aan die verplichting voldoen door zelf groene stroom te produceren of door groenestroomcertificaten aan te kopen op de markt. Zij zullen jaarlijks groenestroomcertificaten moeten voorleggen, en dit voor het opgelegde minimum percentage van hun leveringen. Deze zijn vastgelegd op 3 % voor het jaar 2007; 3,75 % voor het jaar 2008 en voor de jaren 2009 tot 2011 telkens vermenigvuldigd met een groefactor, teneinde in 2011 6 % te bereiken (Staatsblad 31/12/2002 pagina 59145). Indien de leverancier niet voldoet aan deze opgelegde minima, dan wordt hem een administratieve geldboete opgelegd. Op het federale niveau zijn de specifieke maatregelen ter bevordering van elektriciteitsproductie op basis van hernieuwbare energiebronnen vervat in het Koninklijk Besluit van 5 oktober 2005 tot wijziging van het KB 16/07/2002 betreffende de instelling van mechanismen voor de bevordering van elektriciteit opgewekt uit

hernieuwbare energiebronnen. Volgens Artikel 1 van het KB 05/10/2005 is de netbeheerder verplicht, in het kader van zijn taak van openbare dienstverlening, groenestroomcertificaten aan te kopen die zijn afgeleverd krachtens dit besluit en krachtens de elektriciteitsdecreten en -ordonnantie, van de groenestroomproducent die hierom verzoekt, tegen een minimale prijs die bepaald is in functie van de gebruikte productietechnologie. Voor offshore windenergie bedraagt deze prijs 107 €/MWh voor de eerste 216 MW geïnstalleerde capaciteit en 90 €/ MWh voor de overige geïnstalleerde capaciteit (>216 MW).

Het huidig nucleaire energiebeleid is daarenboven gericht op een afbouw van het bestaande nucleaire energiepark op relatief korte termijn (2014-2025) (desactivering van kerncentrales ouder dan 40 jaar). Dit betekent dat een bijkomende druk zal ontstaan om hernieuwbare energiebronnen te gebruiken voor elektriciteitsproductie om een te groot conflict met de Kyoto doelstellingen te voorkomen.

Uit de studie van het Federaal Planbureau (Gusbin & Hoornaert, 2004), zou de elektriciteitsproductie uit hernieuwbare energie aanzienlijk toenemen over de periode 2000-2030 (+3,1 % per jaar) en oplopen tot 5 400 GWh in 2030. Ongeveer 45 % daarvan zou worden geproduceerd door windturbines waarvan de productie met 18,5 % per jaar zou toenemen tussen 2000 en 2030. In de totale elektriciteitsproductie zou het aandeel van hernieuwbare energie slechts gering zijn en minder dan 5 % bedragen in 2030 (2,6 % in 2000).

Naast de doelstellingen betreffende de energieproductie en –consumptie, en de doelstelling inzake de uitstoot van broeikasgassen en klimaatveranderingen dienen ook andere beleidsdoelstellingen gecontroleerd te worden. Vooral de Belgische of Vlaamse beleidsdoelstellingen inzake geïntegreerd kustzonebeleid en de mariene vervuiling lijken hier relevant. Dit heeft onder andere geleid tot de recente oprichting van het Coördinatiepunt voor Geïntegreerd Beheer van Kustgebieden en de Kustwacht.

### ***1.3.2.3 Het aandeel van de geleverde energie door Eldepasco in de federale verplichting***

In België werd er in 2006 een totaal volume van 85.534 GWh verbruikt (FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie, 2008). Indien we rekening houden met de inspanningen op vlak van rationeel energiegebruik, wordt aangenomen dat er de komende jaren nagenoeg geen stijging van de hoeveelheid gevraagde elektriciteit meer zal optreden. De studie van het Federaal planbureau (Gusbin & Hoornaert, 2004) schatte de stijging van energie voor de periode 2000-2030 op 0,5% per jaar.

Indien er een aandeel van 13% van de totale elektriciteitslevering in België uit hernieuwbare energiebronnen moet worden onttrokken tegen 2020, dan betekent dit een totaal volume van ongeveer 11.924 GWh tegen 2020. Gezien er momenteel slechts ca. 3% van de elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen wordt onttrokken, dient er tegen 2020 nog ongeveer 9.400 GWh ingevuld te worden.

Het ELDEPASCO windturbinepark zou op het oorspronkelijke concessiegebied 450 GWh per jaar en op het uitgebreide concessiegebied 670 GWh per jaar produceren; dit betekent ongeveer 4,8 of 7,2 % van de nog in te vullen hernieuwbare energieproductie van de totale doelstelling voor ons land tegen 2020.

Rekening houdende met het C-Power project (naar verwachting 1000 GWh/ jaar), en het Belwind project (naar verwachting 1200 GWh/ jaar) kan men redelijkerwijze aannemen dat de productie van offshore windturbines tegen 2020 ca. 3,1 % van het Belgische elektriciteitsverbruik (in 2020) zal bedragen. Hiermee zal offshore windenergie instaan voor ongeveer ¼ (of 24 %) van het op dit moment nog niet gerealiseerde aandeel van de doelstelling voor hernieuwbare energie van 2020.

## 2 PROJECTBESCHRIJVING

### 2.1 ALGEMENE BESCHRIJVING VAN DE ACTIVITEIT

Globaal genomen kunnen de activiteiten van het project als volgt worden gedefinieerd:

- De studiefase (2005 - 2010):
  - Opmaak MER en vergunningsaanvragen;
  - De vergunningsprocedures;
  - Engineering, opmaak lastenboeken, offertevragen en onderhandelingen met betrekking tot de windturbines, het transformatorplatform (TP), de elektrische bekabeling binnen het park en de zeekabel, de netkoppeling ed.;
  - Geotechnisch onderzoek, funderingsontwerp, opmaak lastenboeken, prijsvragen en onderhandelingen m.b.t. de realisatie van de funderingen;
  - De financiële analyse en de onderhandelingen inzake de financiering van het project;
  - De investeringsbeslissingen en toewijzing van de opdrachten;
- De constructiefase (2011 – 2012):
  - De inrichting van de bouwplaats op land;
  - Voorbereiding en opbouw op land van de funderingen voor de windturbines, de windturbines zelf en het transformatorplatform (TP);
  - Voorbereiding op zee van de bouwplaats van de windturbines en het TP;
  - Aanvoer en plaatsing van de funderingen op zee;
  - Aanvoer en oprichting op zee van de windturbines, het TP en de meteomast;
  - Aanleg en aansluiting van de vermogen- en datakabels binnen het windturbinepark en vanaf het TP naar het land;
  - Het keuren, testen en opstarten van de installatie;
  - Planning:
    - ~ In 2011 is de in dienst name van het eerste deel van het windturbinepark, het transformatorplatform, de parkkabels voor de reeds geplaatste (aantal is nog te bepalen) windturbines en de zeekabel met aanlanding voorzien.
    - ~ In 2012 is de in dienst name van het tweede deel van het windturbinepark bestaande uit de overige turbines met hun parkkabels voorzien.
    - ~ Het is tevens mogelijk dat de volledige realisatie wordt uitgevoerd in 1 fase.
    - ~ De gegeven planning geldt zowel voor het project op het oorspronkelijke concessiegebied als voor het project op het uitgebreide concessiegebied en is onafhankelijk van het gekozen windturbinetype (3 MW - 7 MW).
- De exploitatiefase (2011 – 2031):
  - De windturbines produceren elektriciteit die via de vermogenkabels naar het land wordt gevoerd en geïnjecteerd wordt in het openbare elektriciteitsnet.
  - Op geregelde tijdstippen wordt gepland (preventief) onderhoud uitgevoerd ten einde de installatie in optimale conditie te houden en storingen te vermijden.
  - Volgens noodzaak wordt er storingsonderhoud uitgevoerd.
  - Het volledige windturbinepark wordt via een datacommunicatiesysteem gesuperviseerd vanuit de ELDEPASCO-dispatching en vanuit het controlecentrum van de windturbineleverancier op land.
- De ontmantelingsfase:

- Demontage en afvoer van de windturbineonderdelen en het transformatorplatform;
- Verwijdering van de funderingen;
- Verwijdering van de elektrische kabels.

## 2.2 INPLANTINGSZONES

Voor de lay-out van het park wordt uitgegaan van de volgende randvoorwaarden:

- Eldepasco wenst op het concessiegebied een maximale energieopbrengst te realiseren. Dit impliceert dat er bepaalde tussenafstanden moeten gerespecteerd worden tussen de turbines:
  - Minimale tussenafstand van 7 keer de rotordiameter volgens de dominante windrichting;
  - Minimale tussenafstand van 5 keer de rotordiameter recht op de dominante windrichting;
- ELDEPASCO wenst gebruik te maken van de best beschikbare technologie ("BBT") die op het ogenblik van installatie van de turbines op de markt van windturbines beschikbaar zal zijn;
- ELDEPASCO wenst de mogelijkheid open te laten om de BBT, die in de loop van de procedures voor het bekomen van de vergunningen beschikbaar worden, te kunnen voorstellen;
- Te respecteren randvoorwaarden ten opzichte van:
  - Bestaande gasleidingen: 500 m;
  - Bestaande telecommunicatie-kabels: 250 m;
  - De Belgisch - Nederlandse grens: 500 m.
- Minimaliseren van milieueffecten;
- Maximaal gebruik van de beschikbare open ruimte voorzien voor windenergie.

Bovengenoemde overwegingen hebben geleid tot een park lay-out waarin:

- Hetzij 'grote' windturbines worden voorzien met als typevoorbeeld de 6M REpower windturbine met een individueel vermogen van 6 MW of hetzij 'kleine' windturbines worden voorzien met als typevoorbeeld de V90 Vestas windturbine met een individueel vermogen van 3 MW. Tussenvolgende scenario's waarbij windturbines van het type Siemens 3,6 MW, GE 3,6 MW, Multibrid 5 MW,... zijn mogelijk. Mogelijke toekomstige ontwikkelingen van een 7 MW turbine worden ook in rekening gebracht. Samenvattend wordt voor de park lay-out rekening gehouden met een vermogensrange van 3 MW tot 7 MW, waarbij de 6M REpower (6 MW) en de de V90 Vestas (3 MW) als typevoorbeelden worden uitgewerkt in het MER.
- Indien we bovenstaande toepassen op de oorspronkelijke concessiezone enerzijds en op de uitgebreide concessiezone dan komen we tot volgende mogelijke scenario's:
  - Oorspronkelijke concessiezone: 24 windturbines van 6 MW of 48 windturbines van 3 MW; parkvermogen 144 MW;
  - Uitgebreide concessiezone: 36 windturbines van 6 MW of 72 windturbines van 3 MW; parkvermogen 216 MW.

De lay-out van het ELDEPASCO windturbinepark (waarop zowel de oorspronkelijke concessiezone die reeds is toegekend als de uitgebreide concessiezone in aanvraag is opgenomen) wordt weergegeven op het plan 'Eldepasco – Windturbinepark op de Bank zonder Naam – Versie 29/08/2008 – Schaal 1/10.000'.

Op het bijhorende plan 'Eldepasco – Windturbinepark op de Bank zonder Naam – Versie 29/08/2008 – Schaal 1/100.000' is conform het KB d.d. 20/12/2000 (gewijzigd door KB d.d. 17/5/2004) aangegeven:

- De afbakening van de blokken waarvoor de aanvraag wordt ingediend, met verduidelijking van de lokalisering van de installatie in verhouding tot de maritieme activiteiten die er worden verricht;
- De aanduiding van de grenzen van de eventuele naburige blokken waarvoor reeds een concessie werd toegekend;



- Het geplande kabeltracé (150 kV) van de door de installaties geproduceerde elektriciteit tot aan de voor de aansluiting op het net geplande vertakking.

De afbakening van de blokken waarvoor een aanvraag wordt ingediend is als volgt bepaald:

- De rotorprojectie van alle windturbines bevindt zich binnen de domeinconcessie voor het windturbinepark.
- Voor de windmeetmast (WMM) is een domeinconcessie toegekend met een straal van 50m. In de oorspronkelijke domeinconcessie zijn 2 meetmasten opgenomen. Ten behoeve van de inplanting van de windturbines voor de uitgebreide domeinconcessie is de noordoostelijk gelegen WMM2 opgegeven.
- Voor het transformatorplatform is een domeinconcessie toegekend met een straal van 100m.

De coördinaten van de hoekpunten van de concessie, van de windmeetmasten en van de turbines zijn opgenomen in Bijlage 1.

### Bijlage 1: Coördinaten van de hoekpunten van de concessie, de windmeetmasten en de turbines

## 2.3 BESCHRIJVING VAN DE TECHNOLOGIE

In onderstaande tabel wordt een korte samenvatting gegeven van de basisparameters gehanteerd bij het conceptontwerp voor het ELDEPASCO windturbinepark:

**Tabel 2.3.1: Basisparameters ELDEPASCO windturbinepark**

Onderwerp	Omschrijving
<b>Locatie</b>	
Situering	Bank Zonder Naam; buiten 12 mijlszone
Parkoppervlakte	1) oorspronkelijke concessiegebied: circa 9 km <sup>2</sup> (exclusief bufferzone van 500m) 2) uitgebreide concessiegebied: circa 14,5 km <sup>2</sup> (exclusief bufferzone van 500m)
Parkinrichting	Inplanting: zie figuren
	Waterdiepte: ca. 18-32 m (GLLWS)
	Te respecteren afstanden tot Interconnector/Zeepipe-gasleiding (500 m) en telecom kabels (250 m)
<b>Windturbines</b>	
Type - vermogen	3-7 MW per turbine; diverse turbines komen hiervoor in aanmerking (zie onderstaande typevoorbeelden): 1) Typevoorbeeld 'grotere turbines' 6M REpower (6 MW): max. RD 126-140 m – AH 90-110 m GLLWS 2) Typevoorbeeld 'kleinere turbines' V90 Vestas (3 MW): max. RD 90 m- AH 70-90 m GLLWS Tussenliggende types: GE 3.6 (3,6 MW – RD 104m); Siemens SWT 3.6 (3,6 MW – RD 107m); Multibrid M5000 (5 MW – RD 116m)
Aantal – inplanting – parkvermogen (zie figuren)	1) oorspronkelijke concessiegebied: 24 x 6 MW of 48 x 3 MW; parkvermogen 144 MW; 2) uitgebreide concessiegebied: 36 x 6 MW of 72 x 3

	MW; parkvermogen 216 MW;
Productie	1) oorspronkelijke concessiegebied: 450 GWh/jaar; 2) uitgebreide concessiegebied: 670 GWh/jaar;
<b>Transformatorstation (TP)</b>	Step-up 33/150 kV
<b>Fundering windturbines en TP</b>	
Ofwel monopaal	Palen (1 per windturbine) uit dikwandig staal worden ca. 40 m in de zeebodem geheid (naar verwachting toepasselijk voor windturbines met een vermogen van 3-4 MW).
Ofwel multipode/ jacketstructuur	≥ 3 (meestal 4 palen) per windturbine uit dikwandig staal worden ca. 40 m in de zeebodem geheid. Daarop wordt een vakwerkstructuur in staal geplaatst (naar verwachting toepasselijk voor windturbines met een vermogen van 5 MW of meer).
Ofwel graviteitsfundering	De fundering uit gewapend beton wordt geprefabriceerd op land en vanaf het schip of ponton neergelaten op de vooraf vlak gemaakte zeebodem (naar verwachting de techniek voor windturbines met een vermogen van 5 MW of meer).
Voor alle funderingstypes	Rond de fundering wordt steeds een erosiebescherming aangebracht.
<b>Bekabeling</b>	
Parkkabels binnen het windturbinepark	Vermogenkabels 33 kV + datakabels Kabellengte: ca. 30 km (oorspronkelijk gebied) - 45 km (uitgebreid gebied) Kabeltracé's: zie figuren Aanlegdiepte kabels: ca. 1m in de zeebodem
Kabels naar land	Vermogenkabels 150 kV + datakabels Kabellengte op zee: ca. 42,8 km (aanlanding Zeebrugge) Kabellengte op land: ca. 2,1 km tot post L. Blondeellaan Kabeltracé's: zie figuren Aanlegdiepte kabels: ca. 2 m in de zeebodem; 1-2 m op land behoudens indien onder obstakels moet gegaan worden via gestuurde boring.
<b>Exploitatie</b>	
Remote control windturbinepark	Bewaking door windturbineleverancier; supervisie vanuit Eldepasco-dispatching.
Logistiek – toegang naar windturbinepark	Vanuit Eldepasco Logistieke onshore basis (Zeebrugge). Transporten naar het windturbinepark per boot

Achtereenvolgens zullen volgende componenten in detail besproken worden:

- Windturbine;
- Funderingen;
- Offshore transformatorplatform;
- Windmeetmasten;
- Erosiebescherming;
- Bekabeling.

## 2.3.1 Windturbines

### 2.3.1.1 Type windturbine

Eldepasco beoogt voor het geplande windturbinepark de best beschikbare technologie ("BBT") in te zetten.

In Tabel 2.3.2 wordt een overzicht gegeven van de reeds beschikbare of in ontwikkeling zijnde windturbines:

**Tabel 2.3.2: Overzicht van mogelijke windturbines**

Constructeur	Vermogen	Rotordiameter (m)	Status ontwikkeling
Vestas V90	3 MW	RD 90	Beschikbaar
GE 3.6	3,6 MW	RD 104	Beschikbaar
Siemens SWT 3.6	3,6 MW	RD 107	Beschikbaar
DARwind	4,8 MW	RD 115	In ontwikkeling
REpower 5M	5 MW	RD 126	Beschikbaar
Multibrid M5000	5 MW	RD 116	Beschikbaar
BARD	5 MW	RD 122	Beschikbaar
REpower 6M	6 MW	RD 126	Beschikbaar op land; in ontwikkeling offshore
Enercon E-126	6 MW	RD 126	Beschikbaar op land

In het laatste decennium is er zeer snelle evolutie geweest in de grootte en het vermogen van de windturbines.

Gezien de huidige status van de ontwikkeling van de windturbines, de te verwachten ontwikkelingen in de eerstvolgende jaren en de projectplanning met installatie van de eerste turbines in 2011 wordt er in het scenario met de 'grote' turbines van uitgegaan dat eventueel nog grotere dan de 6 MW turbines zullen ontwikkeld worden met een vermogen tot 7 MW en met rotordiameter tot 140 m. Indien de rotordiameter daadwerkelijk groter zou worden dan van de 6M REpower windturbine (126 m) dan mag er tevens van uitgegaan worden dat ook het aantal turbines zal moeten worden gereduceerd teneinde de vereiste tussenafstanden tussen de turbines te respecteren.

De aanvrager wil voor het geplande windturbinepark de best beschikbare technologie ("BBT") inzetten. Dat betekent dat er in de diverse stadia van het project steeds opnieuw zal geëvalueerd worden welk type windturbine:

- commercieel beschikbaar is;
- geschikt is voor offshore toepassing (met aangepaste certificering);
- inzake aantal en vermogen past binnen de aangevraagde/toegekende concessie en vergunning;
- past in het financieel plan inzake kostprijs en te verwachten energieproductie.

Bovenstaande impliceert dat Eldepasco in de loop van het project zijn uiteindelijke keuze zal maken voor een windturbine met een vermogen in de range van 3-7 MW en op basis van die keuze de uiteindelijke park-layout zal definiëren.

Voor de beschrijving van de milieueffecten wordt geopteerd om gebruik te maken van twee typevoorbeelden die garant staan voor de volledige range van 3 – 7 MW, namelijk de Vestas V90 (3 MW) en de REpower 6M (6 MW) om op die manier een scenario met het maximaal aantal te plaatsen turbines (park met "kleine" 3 MW turbines) en een scenario met de maximale dimensies (RD, AH) voor turbines (park met "grote" 6 MW turbines) in rekening te brengen.

### **2.3.1.2 Algemene turbinekenmerken**

De gekozen windturbines zijn ontworpen voor een technische levensduur van minimaal 20 jaar en zijn gecertificeerd door een erkend orgaan voor volgende specifieke elementen:

- Bouwtechnisch en mechanisch ontwerp;
- Vermogen curve;
- Power quality.

De technische kenmerken van de windturbines zoals hierna beschreven zijn gebaseerd op de technische kenmerken van volgende windturbines die op dit ogenblik offshore operationeel zijn:

- De REpower 5M windturbine (rotordiameter 126 m; vermogen 5 MW); de REpower 6M (brochure nog niet beschikbaar) gaat op dit ogenblik in productie (rotordiameter en ashoogte blijven ongewijzigd; door een beperkte verhoging van het toerental en aanpassing van de generator zal een vermogen opgewekt worden van 6 MW);
- De Vestas V90 windturbine (rotordiameter 90 m; vermogen 3 MW);

Van beide windturbines die nu reeds operationeel zijn, (REpower 5M en Vestas V90) is een brochure opgenomen in Bijlage 2.

## **Bijlage 2: Brochures windturbines**

Een windturbine zet windenergie om in mechanische energie die door een generator wordt geconverteerd in elektrische energie. De voornaamste componenten zijn de rotor, de gondel, de mast, de elektrische en besturingscomponenten.

### **2.3.1.3 Rotor**

Elke windturbine beschikt over een rotor die de windenergie vangt en omzet in een draaiende beweging (mechanische energie). In essentie wordt de rotor gevormd door een as waarop 3 wieken zijn gemonteerd.

Technische kenmerken van de rotor:

- Aantal bladen (wieken): 3;
- De wieken worden voorzien van bliksembeveiliging;
- Draaizin: wijzerzin;
- Toerental: 8-18 rpm voor de Vestas V90; 7-12 rpm voor de REpower 5M en 6M;
- Opstart bij windsnelheid: 3-4 m/s (cut-in wind speed);
- Stop bij windsnelheid 25-30 m/s (cut-out wind speed). Uit veiligheidsoverwegingen worden de windturbines stilgezet bij storm wat betekent dat de wieken in vaanstand worden gezet;
- Rotordiameter: 90 m voor V90; 126 m voor 5M en 6M; naar verwachting circa 140 m voor 7 MW (beste inschatting);
- Kleur: gebroken wit/lichtgrijs;
- Bladmateriaal: composietmateriaal (hars en glasvezel);
- Pitch systeem voor onafhankelijke regeling van de bladstand van elke wijk.

#### **2.3.1.4 Gondel**

De gondel die zich boven op de mast bevindt, is de eigenlijke machinekamer van de windturbine. Aan de gondel is de rotor opgehangen.

In de gondel bevinden zich:

- De generator die de draaiende beweging omzet in elektrische energie op laagspanning;
  - De trage as verbindt de traag draaiende rotor met de tandwielkast;
  - Via de tandwielkast wordt de trage draaibeweging omgezet naar het veel hogere toerental van de generator.
  - Enercon werkt als enige windturbineleverancier met een direct aangedreven ring-generator (bestaande uit stator en rotor); er is bijgevolg geen tandwielkast.
- Randapparatuur van de windturbine zoals ventilatoren om de gondelruimte te koelen (verwijderen van overtollige warmte opgewekt door de generator), kruimotoren, hydraulische systemen ten behoeve van het pitchen van de wieken,...;
- Elektrische installatieonderdelen opgesteld in elektrische kasten (vermogensgedeelte en stuurgedeelte);
- De machineonderdelen in de gondel zijn gemonteerd op een stalen frame. Rond dit frame is een gondelbehuizing gemaakt uit glasvezelversterkte kunststof. De kleur is gebroken wit/lichtgrijs (cfr de wieken). De vormgeving is afhankelijk van de windturbineleverancier;
- In de gondel zijn een aantal toegangen en uitgangen voorzien:
  - Toegang vanuit toren (via lift of ladder) naar de gondel (meest gebruikte toegang);
  - Takelopening om bepaalde componenten naar beneden te laten;
  - De gondel kan bovenaan opengemaakt worden indien grote onderdelen uit de gondel via een externe kraan moeten verwijderd worden.
- Vanuit de elektrische kasten in de gondel vertrekken vermogen- en stuurkabels die in de windturbinemast zijn opgehangen en naar de voet van de windturbine lopen;
- De dimensies van de gondel zijn van de grootte-orde:
  - Lengte: ca. 15-25 m;
  - Breedte/hoogte (in geval van kubusvormige gondel): ca. 12 m/6 m.
- De gondel is uitwendig uitgerust met sensoren voor meting van windrichting en windsnelheid; tevens kan een specifieke ijsdetectie voorzien zijn.

### **2.3.1.5 Tandwielkast**

De meeste windturbines (uitgezonderd Enercon) zijn uitgerust met een tandwielkast die de traag draaiende beweging van de rotor omzet naar een hoog toerental geschikt voor het aandrijven van de generator via een flexibele koppeling.

In de tandwielkast bevindt er zich smeerolie:

- Olivolume in de tandwielkast: ca. 800-1000 liter;
- De ontwerpwaarde voor de standtijd van de olie is 5 jaar; dwz dat om de 5 jaar de olie wordt vervangen en afgevoerd naar een erkende verwerker op land;
- De tandwielkast is uitgerust met een oliekoelsysteem (circulatiepomp en koeling). De tandwielkast is uitgerust met diverse sensoren (drukmetingen, olietemperatuurmetingen, temperatuurmetingen in lagers, trillingsmetingen,...).

### **2.3.1.6 Elektrisch systeem**

Het elektrisch systeem omvat alle componenten die de mechanische energie opgewekt door de rotor omzetten in bruikbare elektrische energie dwz aangepast aan de vereisten van het elektriciteitsnet waarop de energie zal geïnjecteerd worden.

Het elektrisch systeem wordt hieronder beknopt beschreven.

- De windturbines uitgerust met een tandwielkast werken met een klassieke generator (bestaande uit stator en een snel draaiende rotor) die de elektriciteit opwekt op wisselspanning (laagspanning);
- De opgewekte stroom wordt via stroomkabels naar de voet van de windturbine gevoerd.
- Bij een Enercon windturbine wordt gelijkspanning opgewekt via gelijkrichters en vervolgens door middel van invertoren omgezet in wisselspanning (laagspanning).

In de voet van elke windturbine bevinden zich de transformatoren (naar verwachting 1-4 per turbine) die inzake capaciteit aangepast zijn aan het vermogen van de windturbine.

De transformatoren zijn ofwel van het droge type ofwel oliegekoeld (ca. 1.000 liter olie per transformator; voorzien van inkuiping). De transformatoren in de windturbines transformeren de opgewekte elektriciteit van laagspanning naar het spanningsniveau 33 kV.

Elke windturbine is via de parkbekabeling aangesloten op het transformatorstation van het windturbinepark; elke turbine is uiteraard uitgerust met de nodige elektrische beveiligingen (netbewaking, synchronisatie –eenheid, lastschakelaars, vermogensschakelaars, aarding, ...).

### **2.3.1.7 Besturing**

Het besturingssysteem van de windturbine dient ervoor te zorgen dat de windturbine op een veilige en efficiënte manier werkt.

Het besturingssysteem van elke windturbine heeft volgende functies:

- Het zich richten van de windturbine naar de wind; daarbij wordt de rotor gedraaid naar de wind (aansturen van de kruimotoren) en worden de wieken in optimale positie geplaatst (pitch-regeling);
- Alle elektrische regelsystemen voor het opwekken van de elektriciteit overeenkomstig de vereiste karakteristieken voor het net;

- Regeling van randapparatuur zoals koeling van de gondel, oliekoeling tandwielkasten (in geval van toepassing), koeling van elektrische kasten, ...
- Databewakings- en verwerkingssysteem (SCADA-systeem) dat via datakabels in verbinding staat met het supervisiesysteem van de windturbineleverancier op land en met het supervisiesysteem van ELDEPASCO. Volgende signalen worden doorgegeven naar het supervisiesysteem (niet-limitatieve lijst):
  - Windsnelheid en -richting;
  - Temperaturen (omgeving, gondel, elektrische kasten,...);
  - Rotor- en generatorsnelheid;
  - Gegevens opgewekte energie (per fase)(frequentie, spanning, stroomsterkte,...);
  - Vermogen;
  - Pitch positie bladen, kruipositie;
  - Trillings- en temperatuurgegevens van bepaalde lagers;
  - Generatortemperatuur (in de wikkelingen);
  - Operation status (manueel of automatisch);
  - Temperatuur, druk, niveau van olie in tandwielkast, hydraulische systemen,...;
  - Kabeltorsie;
  - Toestandsgegevens van back-up batterijen;
  - Videogegevens van camera's opgesteld in het windturbinepark;
  - Gegevens van de metomasten.

### **2.3.1.8 Mast (toren)**

De mast is de verbinding tussen de gondel (machinekamer) en de fundering van de windturbine.

De mast is een stalen buis opgedeeld in 3 tot 5 segmenten. De toren is voorzien van een inwendige en uitwendige conservering (coating) aangepast voor offshore staalconstructies.

Dimensies van de toren zijn:

- Hoogte: de ashoogte (gerekend vanaf GLLWS) bedraagt ca. 90-110 m voor een 6M windturbine en 70-90 m voor een V90; de aanzet van de toren/mast op de fundering bevindt zich meestal op ca. 20 m boven GLLWS;
- Diameter: aan de voet ca. 7 m voor een 6M windturbine; ca. 4,5 m aan de voet voor een V90 windturbine;
- Kleur: gebroken wit/lichtgrijs (cfr wieken en gondel).

De mast is inwendig voorzien van:

- Een technische dienstlift ten behoeve van onderhoudswerkzaamheden;
- Een ladder met klimgeleiding (mits gebruik van de valbeveiliging);
- Kabelgeleidingen;
- Diverse tussenplatformen.

In het onderste gedeelte van het eerste mastdeel (de voet van de windturbine) bevinden zich de elektrische beveiligingssysteem voor de aansluiting naar het elektrische net. Eventueel zijn ook de transformator(en) opgesteld in de voet van de windturbine. In dit eerste mastdeel bevindt zich de toegangsdeur tot de mast (wat de normale toegang is tot de windturbine) met er rond een toegangsplatform.

### **2.3.1.9 Specifieke ontwikkelingen voor het offshore concept**

Bij offshore toepassing van windturbines zijn volgende zaken specifiek:

- Redundante uitvoering van bepaalde componenten. Toegankelijkheid tot de windturbines kan bemoeilijkt worden door weersomstandigheden. Daarom is het ontwerp van offshore windturbines gericht op het minimaliseren van interventies en bijgevolg zullen bepaalde componenten redundant uitgevoerd worden;
- Corrosiebescherming: gezien de vochtige en zouthoudende omgeving zal de corrosiebescherming van de windturbine specifiek hieraan aangepast zijn;
- Intern kraansysteem in de gondel. Dit kraansysteem zorgt voor een korte responstijd bij problemen waardoor het mogelijk is om zonder hulp van een externe kraan bepaalde onderdelen uit de gondel te hijsen;
- Op zee worden verhoudingsgewijs lagere ashoogtes toegepast voor de windturbines dan op land;
- Elektrische componenten en sensoren worden extra beschermd tegen contact met de vochtige en zilte omgeving;
- Koeling en ventilatie van componenten is specifiek; ook hierbij vermijdt men inname van vochtige en zilte omgevingslucht;
- Zeer sterk doorgedreven en uitgewerkt SCADA- (Supervisory Control And Data Acquisition) systeem voor maximale controle en interventie vanaf land;
- Uitgekiende planning van het noodzakelijke en het preventieve onderhoud.

#### **2.3.1.10 Corrosiebescherming**

De stalen mast (toren) die bloot staat aan de buitenomgeving wordt voorzien van meerlagige corrosiebescherming die wordt aangebracht in de werkhuizen van de mastleverancier. Volgende kenmerken worden daarbij aangenomen:

- Er wordt een coating toegepast die geschikt is voor toepassing in marien milieu;
- Totale laagdikte ca. 500-1000 micron;
- Samenstelling: epoxy coating met laag VOC gehalte en hoog vaste stof gehalte (voornamelijk bestaande uit glasvezel of glaspartikels).

Andere metalen onderdelen van de windturbine die bloot staan aan de buitenomgeving zijn de toegangstrap/platform, bevestigingsstructuren van sensoren op de gondel,... Deze worden doorgaans uitgevoerd in roestvrij staal.

De gondelbehuizing evenals de wieken zijn uitgevoerd in hoogwaardig kunststof en zijn bijgevolg niet onderhevig aan corrosie.

Metaalconstructies binnen in de windturbinetoren en/of gondel worden uitgevoerd in gegalaniseerd staal, roestvrij staal of aluminium.

#### **2.3.1.11 Olie- en vetopvang binnen de turbine**

Op volgende plaatsen in de windturbine wordt olie en/of vet gebruikt:

- De tandwielkast (in geval van toepassing) met filter- en koelcircuit:
  - De tandwielkast bevat grootteorde 800-1000 liter olie;
  - De ontwerpwaarde voor de standtijd van deze olie is 5 jaar;
  - Gezien de vereiste lange standtijd van de olie en de belasting wordt hiervoor doorgaans synthetische olie gekozen;



- Een accidentele lekkage kan voorkomen door lekken van dichtingen of door het accidenteel loskomen van soepele leidingen;
- Onder de tandwielkast is een lekbak voorzien. Lekken van dichtingen worden hierin opgevangen;
- In geval van breuk in een soepele leiding kan gedurende korte tijd een bepaalde hoeveelheid olie vrij komen in de gondel (de circulatiepomp zal immers stoppen wanneer een drukval in het circuit gedetecteerd wordt); de vrijgekomen olie wordt opgevangen in de gondelbodem en wordt bij het curatief onderhoud verwijderd.
- Bij een eventuele lekkage van tandwielkastolie is er bijgevolg geen olie-emissie vanuit de windturbine naar de omgeving.
- Hydraulisch systeem:
  - Ten behoeve van remmen, gondelverplaatsing,... wordt dikwijls gebruik gemaakt van hydraulische systemen. Deze bevatten per unit 10 tot 150 liter hydraulische olie of in totaal ongeveer 200-300 liter hydraulische olie;
  - Voor elk hydraulisch systeem is een lekbak voorzien. Lekken van dichtingen worden hierin opgevangen;
  - In geval van breuk in een soepele leiding kan gedurende korte tijd een bepaalde hoeveelheid olie vrij komen in de gondel. De vrijgekomen olie wordt opgevangen in de gondelbodem en wordt bij het curatief onderhoud verwijderd.
  - Bij een eventuele lekkage van een hydraulisch systeem is er bijgevolg geen olie-emissie vanuit de windturbine naar de omgeving.
- Lagers en geleidingen:
  - Lagers van de trage as, kruilagers, bladlagers,... worden gecontroleerd gesmeerd d.w.z. dat volgens de specificaties vet geïnjecteerd wordt. De totale hoeveelheid vet aanwezig in de diverse smeersystemen bedraagt circa 200-300 kg;
  - Er zijn lekbakken voorzien voor opvang van eventueel uittredend overtollig vet. Er is bijgevolg geen emissie van smeervetten vanuit de windturbine naar de omgeving.
- Transformatoren:
  - Deze kunnen opgesteld zijn hetzij in de gondel, hetzij in de voet van de windturbine;
  - De keuze voor droge of met siliconen-olie (in geval van oliegekoelde transformatoren) gevulde transformatoren is nog niet uitgemaakt.
  - Indien gekozen wordt voor oliegekoelde transformatoren zullen deze worden opgesteld in een aangepaste inkuiping zodat emissie van olie naar de omgeving onmogelijk is.

Er is geen olie-opslag in de windturbines. Wanneer olie wordt vervangen van tandwielkasten, of olie/vet uit opvangsystemen moet worden verwijderd, dan wordt dit steeds afgevoerd naar erkende verwerkers.

### **2.3.1.12 Bebakening**

ELDEPASCO zal zich richten naar de toepasselijke regelgeving opgelegd door IALA, de Federale Overheidsdienst Luchtvaart en door Belgocontrol.

De bebakening op elke windturbine zal naar verwachting bestaan uit:

- Dagbebakening: dubbele rode band met bandbreedte 6 m op de wieken;
- Nachtbebakening: rood knipperlicht (W-rood 2000 Cd) bovenop de gondel.

Voor de meteomasten wordt uitgegaan van:

- Dagbebakening: rode band met breedte van 6 m op de mast;
- Nachtbebakening: rood knipperlicht (hetzij W-rood 100 cd of flash 2000 cd) bovenop de mast.

### **2.3.1.13 Geluid**

Geluidsemissie van windturbines wordt gegenereerd door:

- De wrijving van de wieken in de wind (aërodynamisch geluid);
- Elementen in de gondel zoals tandwielkast, generator, ventilatoren, pompen,... (mechanisch geluid). De gondel is inwendig bekleed met geluidsabsorberend materiaal.

Globaal genomen wordt op basis van geluidsemissiemetingen van operationele windturbines een bepaling gedaan van de geluidsbronvermogens (zijnde de som van het aërodynamische en het mechanische geluid). Deze bronvermogens zijn afhankelijk van de windsnelheid.

- REpower 5M (5 MW) en 6M (6 MW) - RD 126 m- AH 120 m: bronvermogen 112 dB(A) bij werking op vollast; beste inschatting voor een 7 MW turbine – RD 140 m – AH 120 m: bronvermogen 112 dB(A)
- Vestas V90 (3 MW) - RD 90 m- AH 70-90 m: bronvermogen 108,7 dB(A) bij 100% vermogen.

## **2.3.2 Funderingen**

### **2.3.2.1 De Bank Zonder Naam**

Omtrent de stabiliteit van de Vlaamse zandbanken in het algemeen kan men ondermeer terugvallen op volgende wetenschappelijke studies:

- Hydrografische analyse van de Scheldemonding ten oosten van de meridiaan 3°05' tot Vlissingen (C. Van Cauwenberghe, 1966);
- Hydrografische analyse van de Vlaamse banken langs de Belgisch-Franse kust (C. Van Cauwenberghe, 1971).
- Tertiary and Quaternary geology of the Belgian continental shelf (Le Bot, Van Lancker, Deleu, De Batist, Henriët ,2003), SPSP II, Ghent University.

In de eerste twee studies wordt aan de hand van een vergelijking en kritische analyse van verschillende hydrografische kaarten door de jaren heen (vanaf 1799) de stabiliteit van de Vlaamse banken over een periode van circa 200 jaar onderzocht. Als besluit van deze studies stelt ir. C. Van Cauwenberghe (Diensthoofd Hydrografische Dienst der Kust vanaf 1960) dat: "behoudens enkele uitzonderingen (t.h.v. Koksijde) men zou kunnen stellen dat de 'Vlaamse Bank' – ten minste sinds 1800 – een grote stabiliteit bezitten. De ligging van de banken in hun geheel wordt over het algemeen niet grondig gewijzigd. Hierdoor kan men dus besluiten dat de 'Vlaamse Bank' in een soort dynamisch evenwicht verkeren."

De algemene opbouw van de BANK ZONDER NAAM werd bestudeerd door de Universiteit van Gent en becommentarieerd in een rapport van Prof. Dr. Ir. W. Haegeman (Haegeman, 2005). Hierin wordt de historiek van de bank geëvalueerd en wordt besloten dat de bank inzake stabiliteit een voldoende garantie biedt voor de levensduur van het ELDEPASCO project.

De kaart van de 'Bancs de Flandres' die dateert van 1866 kan vergeleken worden met de kaart van de Vlaamse banken (uitgave Juli 2000). Heel duidelijk blijkt dat de vorm van de 15 m waterdieptelijn nauwelijks afwijkt tussen beide kaarten. De top van de BANK ZONDER NAAM (tussen de 2°51' en 2°56' W.L. en tussen 51°36' en 51°38' N.B.) is niet gewijzigd in de loop van 134 jaar.

Ook over een kortere tijdspanne (periode 1988-1997) worden deze gegevens bevestigd op basis van diepteplannen van de nabijgelegen Thorntonbank. De echolodingen (single beam), uitgevoerd door de Hydrografische Dienst der Kust, geven zowel wat de algemene vorm van de 15 m waterdieptelijn als wat de plaatsbepaling betreft, een quasi identiek beeld van de Thorntonbank over het voorbije decennium.

Men mag logischerwijze veronderstellen dat de voorgestelde zone voor het windturbinepark ook in de loop van de komende decennia weinig wijzigingen zal ondergaan.

Behalve deze wetenschappelijke studies, zullen de geotechnische gegevens van de BANK ZONDER NAAM in de engineeringfase nader onderzocht worden. Dit is reeds in een bepaalde mate gebeurd door een geotechnisch onderzoek dat is uitgevoerd begin mei 2008. Er werden 3 sonderingen uitgevoerd op representatieve posities op de Bank Zonder Naam. De resultaten kunnen globaal genomen als volgt worden samengevat:

- zand: -19 m GLLWS tot -40 m GLLWS;
- klei (lid van Asse en Ussel): -40 m GLLWS tot -52 m GLLWS;
- zandige klei vanaf -52 m GLLWS (exacte diepte is nog niet bepaald);

### **2.3.2.2    Keuze van het funderingstype**

Bij de keuze van het type fundering zijn volgende elementen richtinggevend:

- Waterdiepte;
- Geotechnische eigenschappen van de bodem; de dikte van de quartaire zandlaag en de grondmechanische bodemkarakteristieken zijn hierbij van belang;
- Windgegevens;
- Golf- en stromingsgegevens;
- De karakteristieken van de gekozen windturbine (lasten, ashoogte, rotordiameter, ...) met de daaruit voortvloeiende krachten uitgeoefend op de mast en de fundering van de windturbine;
- De 'stand van de techniek' inzake funderingen voor offshore windturbines op het ogenblik van de realisatie van het windturbinepark:
  - De technologie inzake offshore windenergie is in volle evolutie. Zo worden er steeds grotere pontons (met jack-up), hijsinrichtingen, hei-inrichtingen e.d. gebouwd.
  - Bijgevolg is het tot op vandaag niet voorspelbaar tot welke dimensies bijvoorbeeld monopaal funderingen in de zeebodem kunnen geheid worden in het jaar 2011 of 2012. Indien geen monopaal kan ingeheid worden die voldoet aan de vereisten van de gekozen windturbine, dan valt deze techniek weg als funderingsoptie en zal een andere funderingstechniek gekozen worden.

De keuze van het type fundering is dus nog niet eenduidig vastgelegd. Bijgevolg worden hieronder verschillende funderingswijzen beschreven, namelijk:

- Monopaal fundering;
- Multipode/jacketstructuur fundering;
- Graviteitsfundering.

### **2.3.2.3    Monopaal fundering**

Bij een monopaal fundering (die reeds veelvuldig toegepast is voor 2 - 3,6 MW offshore turbines) wordt elke windturbine op 1 stalen buis gezet die voorafgaandelijk in de zeebodem is geheid:

- Paaldiameter: ca. 4,5 m voor een V90 windturbine; ca. 7 m voor een 6M windturbine;
- Inheidiepte in de zeebodem: ca. 40 m;
- Het inheien gebeurt van op een jack-up vaartuig met verlengbare "benen", dat het vaartuig in staat stelt zich op de zeebodem vast te zetten en op die manier een stabiel platform te bieden van waaruit de werkzaamheden kunnen worden uitgevoerd. De buispalen worden in de zeebodem geheid met behulp van een hydraulische hamer en een trilblok.

De paal is voorzien van:

- Corrosiebescherming over een lengte van ca. 30 m die wordt aangebracht in de werkhuizen van de paalleverancier. Deze bestaat uit een kunststofbekleding of uit een thermisch gespoten Zn- of Al-laag (dikte ca. 150-300 micron) afgewerkt met een meerlagige epoxy-coating (dikte 500-1000 micron);
- Kathodische bescherming: aluminium-opofferingsanodes worden aangebracht onder de laagwaterlijn. Ze worden gedimensioneerd voor een levensduur van minimaal 25 jaar; de consumptie van de anodes wordt periodiek opgevolgd.

Eens de monopaal voldoende diep geheid is, volgt de installatie van het transitiestuk (een passtuk met bootaanlandingsinfrastructuur) dat de basis vormt waarop de windturbine zal staan. Dit transitiestuk kan een eventuele scheefstand van de monopaal, ten gevolge van heiwerk en grondeigenschappen, corrigeren. De bovenzijde van het transitiestuk bestaat uit de flens waarop de windturbinemast geplaatst wordt. Het transitiestuk is uitgerust met een bordes, op een hoogte waar een veilig gebruik bij alle zeecondities mogelijk is. De ruimte tussen de monopaal en het transitiestuk wordt opgevuld met betonspecie (grout). Rond de monopaal wordt een erosiebescherming aangelegd.

#### **Figuur 2.3.1: Illustraties monopaal fundering**

#### **Figuur 2.3.2: Dwarsdoorsnede monopaal fundering Eldepasco**

#### **2.3.2.4 Multipode/jacketstructuur fundering**

Een variante op de monopaal fundering is de multipode/jacketstructuur fundering; deze kan worden toegepast indien 1 monopaal niet volstaat om de krachten uitgeoefend op de fundering op te vangen. In dat geval worden meerdere (kleinere) monopalen voorafgaandelijk in de zeebodem geheid waarop dan een vakwerkstructuur met aangepast overgangsstuk gezet wordt waarop de windturbine geplaatst wordt.

Er mag verwacht worden dat de multipode/jacketstructuur pas zal ingezet worden indien gekozen wordt voor windturbines met een individueel vermogen van 5 MW of meer.

Als voorbeeld voor een multipode fundering wordt de jacketstructuur fundering voorgesteld in Figuur 2.3.3.

- Aantal palen bij jacketstructuur fundering: 4;
- Paaldiameter: ca. 2-4 m;
- Inheidiepte in de zeebodem: ca. 40 m;
- De vakwerkstructuur (die volledig is voorgesamonteerd en uitgerust is met het transitiestuk) wordt op de 4 monopalen vastgezet.
- De uitvoeringswijze voor de kleine monopalen is verder volledig gelijkaardig aan deze voor de monopaal fundering (afgezien van het feit dat de diameters kleiner zijn wat de heikbaarheid ten goede komt).

Rond de multipode/jacketstructuur wordt meestal (maar niet altijd) een erosiebescherming aangelegd met gelijkaardige karakteristieken als bij de monopaal fundering.

#### **Figuur 2.3.3: Voorbeeld jacketstructuur fundering**

#### **2.3.2.5 Graviteitsfundering**

Om economische en/of (stabiele)technische redenen kan geselecteerd worden voor een graviteitsfundering. Hierbij wordt op de zeebodem een betonnen constructie neergezet met ingebouwd

aanzetstuk voor de windturbinemast. De stabiliteit van deze funderingswijze wordt verzekerd door het gewicht van de constructie.

Voor de hand liggend is daarbij dat de graviteitsfundering, geprefabriceerd wordt in de haven. Vervolgens wordt de 'lege' fundering via een ponton naar het windturbinepark gebracht en afgezonken op de geprepareerde zeebodem, om vervolgens met grind of beton verzaaid en gestabiliseerd te worden.

Om de draagkracht van de zeebodem ter hoogte van de opstellingsplaats van de graviteitsfundering te verhogen zijn er volgende mogelijkheden:

- Grondverbetering/verdichting van de zeebodem ter hoogte van de graviteitsfundering door compacteren en/of injecties;
- Verwijderen (wegbaggeren) van de toplaag van de zeebodem en aanbrengen van een stabiele en vlakke laag zand/grind. Naar verwachting zal deze uitvoeringsmethode gehanteerd worden.

Rond de graviteitsfundering wordt een erosiebescherming aangelegd.

**Figuur 2.3.4: Dwarsdoorsnede graviteitsfundering Eldepasco**

### **2.3.3 Offshore transformatorplatform**

De door het windturbinepark geproduceerde energie van 33 kV wordt verder getransformeerd naar 150 kV AC zodat op een economisch haalbare wijze de energie direct in het onshore ELIA transmissienet van 150 kV geïnjecteerd kan worden.

Het transformatorplatform (TP) steunt op een gelijkaardige fundering als gehanteerd voor de windturbines (in geval van monopaalfundering is het mogelijk dat voor het TP 2 monopalen worden ingezet). Het TP bevat volgende elektrische componenten opgesteld in een gebouw:

- Aankomstcellen van de parkkabels (zie verder 'Parkbekabeling');
- De aankomstcel van het nooddieselaggregaat;
- 1 of 2 transformatoren 33 kV/150 kV (elk uitgerust met spanningsregelaars);
  - Transformatortype: oliegekoeld
  - Voorzien van olieopvang (inkuiping)
- 1 of 2 vertrekcellen op 150 kV;
- Een noodstroomvoorziening bestaande uit een dieselaggregaat van ca. 800 kVA, met bijhorende dubbelwandige brandstoftank van ca. 30 m<sup>3</sup>. Het nooddieselaggregaat dient in staat te zijn om de transformatorpost en de windturbines van voldoende vermogen te voorzien voor alle essentiële functies: klimaatregeling, controle en veiligheidssystemen, bebakening, voeding hulpsystemen (bv. de kruimotoren).

De afmetingen van het transformatorplatform bedragen naar schatting maximaal LxB ca. 30 x 25 m. Het platform zal zich 15-20 m boven het GLLWS bevinden.

Naast de hoofdcomponenten is het transformatorplatform uitgerust met utiliteitsvoorzieningen zoals beveiligingssysteem, noodverblijf, brandbestrijdingssysteem, landingsplaats voor helikopter, controleruimte, ...

### **2.3.4 Windmeetmasten**

In de oorspronkelijke domeinconcessie zijn 2 meteomasten voorzien die de klimatologische parameters ter hoogte van het windturbinepark opvolgen:

- WM1 gesitueerd ten zuidwesten van het park;

- WM2 gesitueerd ten noordoosten van het park.

Bij de uitgebreide domeinconcessie:

- Wordt de positie van WM1 (gesitueerd ten zuidwesten van het park) licht aangepast teneinde optimaal opgesteld te staan tov de 2 meest nabije windturbines;
- Vervalt WM2 ten behoeve van de inplanting van de windturbines in de uitbreidingszone.

De meteomasten zijn als volgt opgebouwd en omvatten:

- Een monopaalfundering (1 monopaal met paaldiameter ca. 2 m);
- Een metalen mast waar op verschillende hoogtes diverse sensoren zijn aangebracht voor meting van windsnelheid, temperatuur, luchtvochtigheid,... De meteomasthoogte zal gekozen worden in functie van de masthoogte van de windturbines en zal normaliter ca. 150 m bedragen;
- De gemeten informatie wordt verwerkt via dataloggers en doorgestuurd naar het parksupervisiesysteem.

Rondom de fundering van de windmeetmast wordt een erosiebescherming aangebracht.

### **2.3.5 Erosiebescherming**

Om erosie rond de windturbinefundering (en bijgevolg gereduceerde stabiliteit en hogere belasting door stromingen tegen te gaan) wordt rond elke fundering een erosiebescherming aangebracht. Uitvoeringswijzen worden besproken onder 2.5.

### **2.3.6 Bekabeling**

#### ***2.3.6.1 Bekabeling binnen het park***

Per cluster van een aantal (nog te bepalen) turbines wordt een driefasige 33 kV-parkkabel (Ø grootteorde 122 mm) voorzien om de aansluiting met het transformatorstation te realiseren. Er zijn aldus een aantal clusters die telkens ingelust zijn. Er wordt geopteerd voor een parkkabel van het XLPE-type (cross-linked polyethylene) met geïntegreerde optische vezel. Figuur 2.3.5 geeft een type dwarsdoorsnede van dergelijke kabel.

**Figuur 2.3.5: Dwarsdoorsnede van XLPE-type kabel**

De parkkabels kruisen elkaar niet en liggen op tussenafstanden van minimum 50 m, zoals beschreven in KB van 12 maart 2002. De totale lengte aan parkkabel inclusief het inlassen tussen de clusters bedraagt grootteorde 30 (oorspronkelijk gebied) - 45 km (uitgebreide gebied).

De parkkabels worden in de bodem ingegraven om beschadigingen te voorkomen. Het maken van de sleuf (1m diep) zal gebeuren hetzij via een ploeg, hetzij via jetting waarbij gebruik gemaakt wordt van een hoge druk straal om een sleuf in de zeebodem te spuiten. Simultaan met het inleggen van de kabel gebeurt het bedekken met zandig sediment.

De parkkabels zullen vanaf de zeebodem langs de windturbinefundering omhoog geleid worden en zullen boven het hoogwaterniveau binnengebracht worden in de windturbinemast.

#### ***2.3.6.2 Elektriciteitskabel naar het land 150 KV-verbinding***

De energie van het windturbinepark wordt langs de zeekabel naar het vaste land getransporteerd. Dit gebeurt op 150 kV AC. De verbinding zal gebeuren via één 3-fasige onderzeese 150 kV kabel (Ø grootteorde 192 mm) van het XLPE-type (cross-linked polyethylene) met geïntegreerde optische vezel die

gebruikt wordt voor de remote control van het windturbinepark. De type dwarsdoorsnede van de zeekabel is gelijkaardig als voor de parkkabels met dien verstande dat de sectie van de aders zwaarder is.

- De 150 kV kabel volgt zoveel mogelijk bestaande onderzeese kabels of pijpleidingen, zodat de ruimte inname beperkt blijft. Bovenstaande redenering volgend, is gekozen om zoveel mogelijk het traject van Belwind aan te houden waarbij een tussenafstand van ongeveer 50 m tussen de trajecten zal worden gerespecteerd.
- Er wordt daarnaast rekening gehouden met een beschermde zone (250 m) en een voorbehouden zone voor kabels en pijpleidingen (50 m) zoals beschreven in de bijlage bij het KB van 12 maart 2002.
- Kabellengte zeekabel: bij aanlanding te Zeebrugge ca. 42,8 km.

De kabel wordt ca. 2 m in de zeebodem ingegraven om beschadigingen te voorkomen ten gevolge van natuurlijke fenomenen (zeestromingen) en menselijk handelen (ankers, vissersnetten,...). De aanlegmethode is ploegen of jetting zoals toegepast bij de parkkabels. Ter hoogte van de kruising met zeevaartroutes wordt een aanlegdiepte van 4 m aangehouden. Hiervoor moet gebaggerd worden.

Volgens de detailstudie van ELIA dient de netkoppeling van het windturbinepark te worden uitgevoerd op het onderstation van Zeebrugge (Figuur 2.3.6).

**Figuur 2.3.6: Kabeltracé met aansluiting op het onderstation Zeebrugge**

### **2.3.6.3 Aanlanding en aansluiting met de landkabels**

De 150 kV-zeekabel komt aan land in het aanlandingspunt. Hier vindt de overgang van een specifieke zeekabel naar een traditionele landkabel plaats (ondergrondse interconnectie).

Bij aansluiting te Zeebrugge zal de zeekabel aan land gebracht worden ten westen van de haven.

De landkabel volgt het tracé zoals aangegeven op Figuur 2.3.6 tot aan de post in de Lanceloot Blondeellaan. De landkabel wordt deels aangelegd via gestuurde boringen en deels via klassieke aanleg in een te graven sleuf. De kabellengte van de landkabel bedraagt ca. 2,1 km.

### **2.3.6.4 De netkoppeling**

## **HET ELIA-TRANSMISSIENET**

Figuur 2.3.7 toont het Belgisch net met daarop het aansluitingspunt 'onderstation Zeebrugge' (Figuur 2.3.8). voor offshore windturbineparken volgens de studie van 'project CP/21 - "Optimal Offshore Wind Energy Developments in Belgium".

**Figuur 2.3.7: ELIA-transmissienet**

De koppeling van het offshore windturbinepark ELDEPASCO met het landelijk ELIA transmissienet volgt uit de resultaten van de Elia studies (basis oriëntatiestudie 23/12/2004; revisie 1 dd 17/3/2005; brief mbt detailstudie 4/6/2008).

De mogelijkheid tot aansluiting van windturbineparken is functie van de reeds gereserveerde aansluitingen. In de Elia-studie is verondersteld dat het windturbineproject van C-Power aansluit op de post Slijkens te Oostende en dat Belwind net zoals Eldepasco aansluit op Zeebrugge.

**Figuur 2.3.8: Netaansluiting – optie onderstation Zeebrugge**

## ELEKTRISCHE BEVEILIGINGEN

De beveiligingen voor het windturbinepark ELDEPASCO situeren zich op 4 niveau's:

- Op niveau van de individuele windturbine: de beveiliging heeft tot doel de generator, de vermogen-electronica en de 400 (of 690)V/33 kV transformator te beschermen. Fouten worden onderbroken door een lastschakelaar en zekeringen of door een vermogenschakelaar die door een overstroomrelais, een differentieel relais of een homopolair relais aangestuurd wordt;
- Op niveau van de aankomst van elke parkkabel op de transformatorpost: elke aankomst is uitgerust met een vermogenschakelaar welke de cluster van windturbines kan afschakelen bij een fout op de parkkabel d.m.v. eenrichtingsgevoelig overstroomrelais;
- Op niveau van de 33 kV/150 kV transformator: de transformator is beveiligd tegen interne fouten d.m.v. differentieelrelais, thermisch beeldrelais en Buchholz. Dit vereist vermogenschakelaars aan beide zijden van de transformator;
- Op niveau van de 150 kV transportkabel: bij een kabelfout zal deze worden afgeschakeld d.m.v. het openen van de 150 kV vermogenschakelaars aan beide uiteinden van de kabel, dit door middel van overstroomrelais en afstandsrelais.

## GELIJKVORMIGHEID VAN DE INSTALLATIE MET HET FEDERAAL TECHNISCH REGLEMENT VAN HET TRANSMISSIENET

Het ontwerp en de uitvoering van de netaansluiting van het offshore windturbinepark is gebaseerd op het Federaal Technisch Reglement van het transmissienet, in zijn meest recentste versie: 'Koninklijk Besluit van 19 december 2002 houdende een technisch reglement voor het beheer van het transmissienet van elektriciteit en de toegang ertoe'. (B.S. 28.12.2002 - Ed. 2). Hier verder genaamd: Federaal Technisch reglement (FTR).

Conform Titel III, Hoofdstuk II Aanvraag voor een oriëntatiestudie voor een aansluiting op het net van het Federaal Technisch Reglement werd een aanvraag bij ELIA (netbeheerder van het transmissienet) ingediend.

ELDEPASCO zal de Belgische wettelijke en reglementaire bepalingen van toepassing op elektrische installaties naleven.

Voor aspecten m.b.t. de aansluiting die niet expliciet geregeld worden in het Federaal Technisch Reglement zal ELDEPASCO overleggen met de netbeheerder om de technische eisen en regelparameters overeen te komen, zodat de veiligheid, de betrouwbaarheid en de efficiëntie van het net gewaarborgd zijn.

Het windturbinepark zal voorzien zijn van de nodige meetuitrustingen conform de regels en technische criteria m.b.t. ijking, nauwkeurigheid, periodiciteit en protocollen inzake gegevensuitwisseling, etc.

## 2.4 FASERING VAN HET PROJECT

Voor een algemeen overzicht van de verschillende fasen in de realisatie van het project (inclusief de ingeschatte planning die afhankelijk is van het vergunningentraject) wordt verwezen naar 2.1 "Algemene beschrijving van de activiteit".



## **2.5 BESCHRIJVING VAN DE VERSCHILLENDE ACTIVITEITEN EN UITVOERINGSWIJZEN**

### **2.5.1 Constructiefase**

De bouw van het windturbinepark bestaat uit volgende fasen:

- De constructiewerkzaamheden in de haven:
  - Inrichting van de bouwlocatie in de haven;
  - Bouwen van de windturbinefunderingen op de bouwlocatie of in de werkhuisen;
  - Premontage van bepaalde onderdelen van de windturbines, TP of meteomast.
- De mariene bouwwerkzaamheden:
  - Voorbereiden van inplantingsplaatsen van de windturbines, TP en meteomast;
  - Transport en plaatsing van de funderingen;
  - Transport, oprichting, mechanische montage en elektrische aansluiting van de windturbines, transformatorplatform en metomast;
  - Aanleg van de elektrische bekabeling binnen het park en aansluiting van het park op het transportnet op land.

#### **2.5.1.1 De windturbines en toren**

Voor de premontage van de windturbines en andere onderdelen van het windturbinepark en als werkbasis voor personeel en de installatie-vaartuigen zal een bouwlocatie in een nabij gelegen haven (Oostende of Zeebrugge) worden ingericht.

De bouwlocatie in de haven met een vermoedelijke ruimtebehoefte van enkele hectaren zal uitgerust zijn met:

- Kantoorunits voor bouwteam, vergaderingen,...;
- Eet-, kleed-, sanitair en wasgelegenheden;
- Parkeerruimte voor personenwagens en vrachtvoertuigen;
- Opslagruimte voor de aan te voeren onderdelen;
- Assemblageruimte langs de kade;
- Hijswerktuigen (kranen).

In geval de graviteitsfundering wordt toegepast, zal deze opgebouwd worden op de bouwlocatie in de haven om vervolgens op een schip of ponton te worden gehesen en naar de opstellingsplaats te worden gebracht. Er mag van uitgegaan worden dat op de bouwlocatie verschillende funderingen tegelijkertijd in aanbouw zullen zijn. De klassieke technieken voor constructies in gewapend beton zullen hier worden gehanteerd (bekisten, wapenen, storten van beton,...).

De constructie van de gondel met alle interne uitrusting, de rotor en de wieken gebeurt in de werkplaatsen van de windturbineconstructeur (Duitsland, Denemarken,...).

De constructie van de toren(mast)-delen gebeurt in de werkplaatsen van specifieke onderaannemers (in diverse Europese landen).

Het transport van de bovengenoemde windturbineonderdelen vanuit de werkplaatsen van de constructeur naar de bouwlocatie in de haven zal gebeuren per schip of per vrachtwagen (afhankelijk van de plaatsen van herkomst en de dimensies van de onderdelen).

Indien nodig en/of nuttig voor een snelle en efficiënte montage op zee zullen bepaalde onderdelen op de bouwlocatie in de haven gepremonteerd worden.

### **2.5.1.2 Offshore materieel – offshore bouwen**

Zoals eerder gesteld is het aanbod aan materieel dat kan ingezet worden voor de realisatie van offshore windparken in sterke ontwikkeling. Hierbij worden enkele voorbeelden gegeven van 'in de markt' beschikbaar materieel:

- Kraanschepen zoals ingezet bij installatie van Horns Rev, A2Sea;
- Zelfheffend turbine installatie vaartuig, Mayflower Energy Ltd;
- Ponton Rambiz zoals ingezet bij C-Power;
- Vaartuig Lynn;
- Heavy Lift Vessel SVANEN, Ballast Nedam;
- Hefeiland De Zeebouwer, Hydro Soil Services;
- Hefeiland Halewijn, Hydro Soil Services;
- Hefeiland Tijn, Hydro Soil Services;
- Hefeiland Vagant, GeoSea;
- Heihamer, Hydrohammer, IHC;
- Kabellegend schip Havila-Reel, Nexans-Alcatel;
- Jet-kabelgraver, Nexans-Alcatel;
- Lijst beschikbare vaartuigen en hefeilanden, bron Jonathan Buxton Consulting.

Er dient rekening gehouden te worden met de werkbare dagen op de Noordzee die, gezien de weerscondities, zich hoofdzakelijk bevinden tussen april en oktober. Bijgevolg wordt er van uitgegaan dat de constructiewerkzaamheden op zee hoofdzakelijk in deze maanden zullen plaatsvinden.

### **2.5.1.3 De funderingen**

#### **MONOPAAL FUNDERING**

In geval geopteerd wordt voor een Vestas V90 windturbine, zal meest waarschijnlijk gekozen worden voor een monopaal fundering. De kans dat geopteerd wordt voor een monopaal fundering voor de REpower 6M is klein, maar niet volledig uit te sluiten.

#### Uitvoeringswijze

Indien voor dit funderingstype gekozen wordt, zijn de dimensies naar verwachting als volgt:

- Paaldiameter: ca. 4,5 m voor een Vestas V90 windturbine; ca. 7 m voor een REpower 6M windturbine;
- Inheidiepte in de zeebodem: ca. 40 m;
- Totale paallengte: ca. 80 m;

Benodigd materieel voor het plaatsen van de monopaalfunderingen:

- Jack-up ponton (dat lange tijd ter plaatse blijft in het windturbinepark) met sleepboot, uitgerust met:
  - Kabelkraan met grote hijscapaciteit;
  - Elektrische lieren of hydraulische cilinders om het ponton uit het water te tillen;

- GPS installatie ter bepaling van de juiste positie voor het inheien;
- Hydraulische heihamer;
- Meetapparatuur ter bepaling van inheidiepte en verticaliteit van de monopaal;
- Behuizingsfaciliteiten voor het personeel.
- Transitiestuk; het transitiestuk wordt vastgezet op de monopaal door injectie van grout (krimpvrije mortel);
- Aanvoer van de stalen palen, het transitiestuk, en andere onderdelen gebeurt door middel van een transportschip.

De monopaal, het transitiestuk en andere onderdelen worden verscheept naar de offshore locatie.

Het jack-up ponton wordt naar de locatie gebracht met een sleepboot. Na bepaling van de exacte positie wordt het ponton via kabels verankerd. Vervolgens zullen de 4 poten van het ponton uitgeschoven worden en hijst het werkplatform zich naar de vereiste hoogte om onafhankelijk van de golfslag operaties te kunnen uitvoeren.

Een funderingspaal wordt van het transportschip genomen via de hijskraan en wordt op de vereiste coördinaten in het water neergelaten en gepositioneerd. Nadat de positie en verticaliteit van de monopaal zijn gecontroleerd, kan het heiblok op de monopaal worden geplaatst waarna het heiwerk kan starten en de monopaal tot de gewenste diepte wordt ingeheid. Dit gebeurt meestal in 2 fasen, namelijk het intrillen gevolgd door het inhameren. Zodra de monopaal op diepte is, wordt de 'as-built' positie ingemeten. Met behulp van deze gegevens kan het transitiestuk op de juiste wijze op de monopaal geplaatst worden. Dit transitiestuk dient om een eventuele scheefstand van de monopaal -welke tijdens het heiwerk is opgetreden- te corrigeren. Het transitiestuk dient dan ook binnen de toleranties verticaal te worden gesteld. De spleet tussen het transitiestuk en de monopaal wordt met grout opgevuld. Na het aanbrengen van het transitiestuk kan overgegaan worden tot het aanbrengen van voorzieningen die nodig zijn voor de inkomende en uitgaande kabels.

Een nieuwere vorm van "jack-up" installatie vaartuigen zijn ontworpen om snel tussen verschillende locaties te kunnen bewegen en dan "up" te "jacken" en zo opnieuw onafhankelijk te kunnen werken van de golfcondities.

#### Aanbrengen erosiebescherming:

Om erosie rond de monopaal fundering (en bijgevolg gereduceerde stabiliteit en hogere belasting door stromingen tegen te gaan) wordt rond elke monopaal een erosiebescherming aangebracht:

- Diameter: ca. 30 m;
- Opbouw van de erosiebescherming in verschillende lagen bovenop de zeebodem; opbouw naar verwachting als volgt:
  - Grind: laagdikte ca. 60 cm; kaliber 10-28 mm;
  - Breuksteen: laagdikte ca. 100 cm; kaliber 50-500 mm;
  - Het totale aldus aangebrachte volume wordt ingeschat op 1.200 m<sup>3</sup> per fundering (ca. 2.000 ton). Het materiaal wordt aangevoerd via stortschepen die ca. 2.000 ton kunnen aanvoeren per vracht.

#### Uitvoeringstermijn (werkbare dagen) per windturbine voor:

- Plaatsen monopaal + opzetten transitiestuk: ca. 3-5 dagen per fundering;
- Aanbrengen erosiebescherming: ca. 2-3 dagen per fundering.

Raming transporten van haven naar windturbinepark uitgaande van de V90 windturbine (48 stuks op de oorspronkelijke concessiezone of 72 stuks in geval van een uitgebreide concessiezone):

- Aanvoeren jack-up met sleepboten: 4 maal;
- Aanvoeren monopiles en transitiestukken:
  - Oorspronkelijke concessiezone: 25 vrachten in 2011 (23 voor WT-piles en 2 voor TP) en 24 vrachten in 2012 (24 WT-piles);
  - Uitgebreide concessiezone: 38 vrachten in 2011 (36 voor WT-piles en 2 voor TP) en 36 vrachten in 2012 (36 WT-piles);
- Aanvoeren erosiebescherming:
  - Oorspronkelijke concessiezone: 25 vrachten in 2011 (23 voor WT-piles en 2 voor TP) en 24 vrachten in 2012 (24 WT's);
  - Uitgebreide concessiezone: 38 vrachten in 2011 (36 voor WT-piles en 2 voor TP) en 36 vrachten in 2012 (36 WT's);
- Kleinere transporten en personeelstransport per schip: ca. 60 transporten in 2011 en ca. 60 transporten in 2012.

Raming transporten van haven naar windturbinepark uitgaande van de 6M windturbine (24 stuks op de oorspronkelijke concessiezone of 36 stuks in geval van een uitgebreide concessiezone):

- Aanvoeren jack-up met sleepboten: 4 maal;
- Aanvoeren monopiles en transitiestukken:
  - Oorspronkelijke concessiezone: 14 vrachten in 2011 (12 voor WT-piles en 2 voor TP) en 12 vrachten in 2012 (12 WT-piles);
  - Uitgebreide concessiezone: 20 vrachten in 2011 (18 voor WT-piles en 2 voor TP) en 18 vrachten in 2012 (18 WT-piles);
- Aanvoeren erosiebescherming:
  - Oorspronkelijke concessiezone: 14 vrachten in 2011 (12 voor WT-piles en 2 voor TP) en 12 vrachten in 2012 (12 WT's);
  - Uitgebreide concessiezone: 20 vrachten in 2011 (18 voor WT-piles en 2 voor TP) en 18 vrachten in 2012 (18 WT's);
- Kleinere transporten en personeelstransport per schip: ca. 60 transporten in 2011 en ca. 60 transporten in 2012.

## **MULTIPODE/JACKETSTRUCTUUR FUNDERING**

In geval geopteerd wordt voor een REpower 6M windturbine, zal meest waarschijnlijk gekozen worden voor een multipode/jacketstructuur fundering of een graviteitsfundering. De kans dat geopteerd wordt voor één van deze funderingstypes voor een Vestas V90 windturbine is klein, maar niet onbestaande.

### Uitvoeringswijze

Indien voor dit funderingstype gekozen wordt, zijn de dimensies voor elke paal van de multipode/jacketstructuur naar verwachting als volgt:

- Paaldiameter: ca. 2-4 m;
- Inheidiepte in de zeebodem: ca. 40 m;
- Totale paallengte: ca. 45 m;

Het benodigd materieel en de uitvoeringswijze is gelijkaardig als bij een monopaal fundering.

De vakwerkstructuur met geïntegreerd transitiestuk wordt vooraf geassembleerd op land en wordt vastgezet op de 4 monopalen.

#### Aanbrengen erosiebescherming:

Dit is inzake dimensies, materialen en uitvoeringswijze vergelijkbaar met de monopaalfundering.

#### Uitvoeringstermijn (werkbare dagen) per windturbine voor:

- Plaatsen monopalen + opzetten vakwerkstructuur: ca. 6-10 dagen per fundering;
- Aanbrengen erosiebescherming: ca. 2-3 dagen per fundering.

#### Raming transporten van haven naar windturbinepark uitgaande van de 6M windturbine (24 stuks op de oorspronkelijke concessiezone of 36 stuks in geval van een uitgebreide concessiezone):

- Aanvoeren jack-up met sleepboten: 4 maal;
- Aanvoeren vakwerkstructuren:
  - Oorspronkelijke concessiezone: 13 vrachten in 2011 (12 voor WT's en 1 voor TP) en 12 vrachten in 2012 (12 WT's);
  - Uitgebreide concessiezone: 19 vrachten in 2011 (18 voor WT's en 1 voor TP) en 18 vrachten in 2012 (18 WT's);
- Aanvoeren erosiebescherming:
  - Oorspronkelijke concessiezone: 13 vrachten in 2011 (12 voor WT's en 1 voor TP) en 12 vrachten in 2012 (12 WT's);
  - Uitgebreide concessiezone: 19 vrachten in 2011 (18 voor WT's en 1 voor TP) en 18 vrachten in 2012 (18 WT's);
- Kleinere transporten en personeelstransport per schip: ca. 60 transporten in 2011 en ca. 60 transporten in 2012.

#### Raming transporten van haven naar windturbinepark uitgaande van de V90 windturbine (47 stuks op de oorspronkelijke concessiezone of 72 stuks in geval van een uitgebreide concessiezone):

- Aanvoeren jack-up met sleepboten: 4 maal;
- Aanvoeren vakwerkstructuren:
  - Oorspronkelijke concessiezone: 24 vrachten in 2011 (23 voor WT's en 1 voor TP) en 24 vrachten in 2012 (24 WT's);
  - Uitgebreide concessiezone: 37 vrachten in 2011 (36 voor WT's en 1 voor TP) en 36 vrachten in 2012 (36 WT's);
- Aanvoeren erosiebescherming:
  - Oorspronkelijke concessiezone: 24 vrachten in 2011 (23 voor WT's en 1 voor TP) en 24 vrachten in 2012 (24 WT's);
  - Uitgebreide concessiezone: 37 vrachten in 2011 (36 voor WT's en 1 voor TP) en 36 vrachten in 2012 (36 WT's);
- Kleinere transporten en personeelstransport per schip: ca. 60 transporten in 2011 en ca. 60 transporten in 2012.

### **GRAVITEITSFUNDERING**

In geval geopteerd wordt voor een REpower 6M windturbine, zal meest waarschijnlijk gekozen worden voor een multipode/jacketstructuur fundering of een graviteitsfundering. De kans dat geopteerd wordt voor één van deze funderingstypes voor een Vestas V90 windturbine is klein, maar niet onbestaande.

## Uitvoeringswijze

Bij een graviteitsfundering moet de zeebodem vooraf vlak gemaakt worden door baggerwerken en steenbestorting. Karakteristieken zijn naar verwachting als volgt:

- Vlakbaggeren van inplantingsplaats windturbine:
  - Vlak te baggeren zone ca. 80 x 80 m; talud ca. 1/5;
  - De bovenste laag los zand wordt weggebaggerd (zandduinen). Hiervoor wordt een gemiddelde laagdikte geraamd van 1,5 m;
  - Tevens wordt een laag meer gepakt zand met een gemiddelde laagdikte van ca. 4 m weggebaggerd.
- Aanleg van funderingsbed voor de graviteitsfundering van de windturbine:
  - Oppervlakte funderingsbed: diameter ca. 60 m;
  - Funderingsbed dikte 0,5 m grind 20/40 mm (volume ca. 1.400 m<sup>3</sup> per windturbine) aangevoerd door een stortschip uitgerust met apparatuur voor vlakke aanleg van het funderingsbed.

De graviteitsfundering is een constructie die geprefabriceerd wordt in de haven (premontagelocatie):

- Vormgeving Figuur 2.3.4;
- Uitvoering in gewapend beton: het verbindingsstuk voor de windturbinetoren is ingegoten;
- Dimensies naar verwachting: diameter aan de voet ca. 25 m; hoogte ca. 45 m;
- De graviteitsfundering is in een bepaalde mate 'hol' om het gewicht minimaal te houden voor hijsen en transport;
- De graviteitsfundering wordt in de haven op een ponton geladen en naar het windturbinepark gesleept; ter plaatse wordt de prefabconstructie afgezonken op de vlak gemaakte zeebodem;
- De graviteitsfundering wordt vervolgens gevuld met zand/grind/water.

De werkzaamheden voor het plaatsen van de graviteitsfundering gebeuren van op een Jack-up ponton uitgerust met een zware hijskraan.

## Aanbrengen erosiebescherming

Om erosie rond de graviteitsfundering (en bijgevolg gereduceerde stabiliteit en hogere belasting door stromingen tegen te gaan) wordt rond elke fundering een erosiebescherming aangebracht:

- In eerste instantie wordt de put die is uitgebaggerd (gemiddelde diepte 5,5 m) terug aangevuld met uitgebaggerd zand (ca. 2,5m; zie ook zandbalans hieronder);
- Daarboven wordt een specifieke erosiebeschermingsfilter met diameter 100 m en laagdikte ca. 1,6 m aangebracht in verschillende lagen:
  - Grind: laagdikte ca. 60 cm; kaliber 10-28 mm;
  - Breuksteen: laagdikte ca. 100 cm; kaliber 50-500 mm;
  - Het totale aldus aangebrachte volume wordt ingeschat op 12.000 m<sup>3</sup> per fundering. Het materiaal wordt aangevoerd via stortschepen die ca. 2.000 ton kunnen aanvoeren per vracht.

## Zandbalans

- Per windturbine (type 5 MW of meer dus van toepassing voor de REpower 6M windturbine) wordt ca. 65.000 m<sup>3</sup> zand weggebaggerd ter voorbereiding van de inplantingsplaats van de graviteitsfundering;
  - ca. 40% hiervan bestaat uit losse zandlagen (zandduinen);
  - ca. 60% bestaat uit onderliggende zandlagen (meer gepakt zand).

- Na plaatsing van het grindbed en de windturbinefundering wordt ca. 20.000 m<sup>3</sup> zand herbruikt voor heraanvulling van de funderingsput en voor opvulling van de graviteitsfundering;
- Bijgevolg is er een 'zandoverschot' van ca. 45.000 m<sup>3</sup> per windturbine. Er zijn 2 mogelijkheden voor 'verwerking' van dit zandoverschot:
  - Ofwel wordt het zand (mits het aan de kwaliteitsspecificaties voldoet en mits hiervoor een vergunning wordt verleend door de bevoegde instanties) aangewend voor commercieel gebruik en substitueert dit gebruik zandwinning die anders op een andere plaats in de Noordzee zou gebeuren;
  - Ofwel wordt het zand binnen het concessiegebied voor het windturbinepark ELDEPASCO gestockeerd.
- Werkwijze bij commercieel gebruik van het 'zandoverschot':
  - Bij de eerste fundering wordt het volledig gebaggerde volume tijdelijk gestockeerd binnen het concessiegebied van het windturbinepark;
  - Bij het baggeren van de tweede (en volgende) funderingen wordt het uitgebaggerde zand deels onmiddellijk aangewend voor aanvulling van de eerste funderingsput; het 'zandoverschot' wordt onmiddellijk afgevoerd en dus niet tijdelijk gestockeerd in het windturbinepark;
  - De laatste funderingsput wordt aangevuld met zand dat heropgebaggerd wordt uit de tijdelijke stock van de eerste funderingsput;
  - In geval van 24 windturbines type REpower op de oorspronkelijke concessiezone geldt dan: theoretisch wordt 23 x 45.000 m<sup>3</sup> 'zandoverschot' commercieel aangewend en blijft er 1 x 45.000 m<sup>3</sup> zandoverschot liggen binnen het windturbinepark.
  - In geval van 36 windturbines type REpower op de uitgebreide concessiezone geldt dan: theoretisch wordt 35 x 45.000 m<sup>3</sup> 'zandoverschot' commercieel aangewend en blijft er 1 x 45.000 m<sup>3</sup> zandoverschot liggen binnen het windturbinepark.
- Werkwijze zonder commercieel gebruik van het 'zandoverschot':
  - Bij de eerste fundering wordt het volledig gebaggerde volume tijdelijk gestockeerd binnen het concessiegebied van het windturbinepark;
  - Bij het baggeren van de tweede (en volgende) funderingen wordt het uitgebaggerde zand deels onmiddellijk aangewend voor aanvulling van de eerste funderingsput; het 'zandoverschot' wordt gestockeerd in het windturbinepark;
  - De laatste funderingsput wordt aangevuld met zand dat heropgebaggerd wordt uit de tijdelijke stock van de eerste funderingsput;
  - In geval van 24 windturbines type REpower op de oorspronkelijke concessiezone geldt dan dat er 24 x 45.000 m<sup>3</sup> 'zandoverschot' blijft liggen binnen het windturbinepark.
  - In geval van 36 windturbines type REpower op de uitgebreide concessiezone geldt dan dat er 36 x 45.000 m<sup>3</sup> 'zandoverschot' blijft liggen binnen windturbinepark.

Uitvoeringstermijn (werkbare dagen) per windturbine voor:

- Voorbereiden opstellingsvlak graviteitsfundering: 8-10 dagen per fundering;
- Plaatsen graviteitsfundering: 1-2 dagen per fundering;
- Heraanvullen funderingsput + aanbrengen erosiebescherming: ca. 8-10 dagen per fundering.

Raming transporten van haven naar windturbinepark uitgaande van de 6M windturbine (24 stuks op de oorspronkelijke concessiezone of 36 stuks in geval van een uitgebreide concessiezone):

- Aanvoeren jack-up met sleepboten: 4 maal;
- Aanvoeren graviteitsfunderingen:

- Oorspronkelijke concessiezone: 13 vrachten in 2011 (12 voor WT's en 1 voor TP) en 12 vrachten in 2012 (12 WT's);
- Uitgebreide concessiezone: 19 vrachten in 2011 (18 voor WT's en 1 voor TP) en 18 vrachten in 2012 (18 WT's);
- Aanvoeren erosiebescherming:
  - Oorspronkelijke concessiezone: 13 vrachten in 2011 (12 voor WT's en 1 voor TP) en 12 vrachten in 2012 (12 WT's);
  - Uitgebreide concessiezone: 19 vrachten in 2011 (18 voor WT's en 1 voor TP) en 18 vrachten in 2012 (18 WT's);
- Kleinere transporten en personeelstransport per schip: ca. 60 transporten in 2011 en ca. 60 transporten in 2012.

Raming transporten van haven naar windturbinepark uitgaande van de V90 windturbine (47 stuks op de oorspronkelijke concessiezone of 72 stuks in geval van een uitgebreide concessiezone):

- Aanvoeren jack-up met sleepboten: 4 maal;
- Aanvoeren graviteitsfunderingen:
  - Oorspronkelijke concessiezone: 24 vrachten in 2011 (23 voor WT's en 1 voor TP) en 24 vrachten in 2012 (24 WT's);
  - Uitgebreide concessiezone: 37 vrachten in 2011 (36 voor WT's en 1 voor TP) en 36 vrachten in 2012 (36 WT's);
- Aanvoeren erosiebescherming:
  - Oorspronkelijke concessiezone: 24 vrachten in 2011 (23 voor WT's en 1 voor TP) en 24 vrachten in 2012 (24 WT's);
  - Uitgebreide concessiezone: 37 vrachten in 2011 (36 voor WT's en 1 voor TP) en 36 vrachten in 2012 (36 WT's);
- Kleinere transporten en personeelstransport per schip: ca. 60 transporten in 2011 en ca. 60 transporten in 2012.



#### **2.5.1.4 Transport en oprichting van de windturbines**

Transport van de windturbines en/of windturbineonderdelen gebeurt op schepen en op (jack-up) pontons (getrokken door sleepboten).

Het kan dat de windturbine in onderdelen wordt aangevoerd (diverse mastdelen, gondel, wieken,..) ofwel dat de volledig voorgemonteerde windturbine wordt aangevoerd en opgericht. Gezien de grootte van de beoogde windturbines wordt eerder verwacht dat de oprichting in onderdelen zal gebeuren.

Het schip of ponton zal nadat het in de juiste positie ligt, overgaan tot het plaatsen van de windturbine (of de onderdelen ervan) op het overgangsstuk van de fundering. De hijsinrichting houdt de windturbine (of onderdelen ervan) zolang vast tot alle boutverbindingen zijn vastgezet en gecontroleerd door de montageploeg.

Voor transport en oprichting van een windturbine mag gerekend worden op ca. 1 week. Uiteraard spelen de weersomstandigheden hierbij een belangrijke rol. Bij hoge windsnelheden moeten de hijswerkzaamheden gestopt worden.

In Bijlage 3 worden ten titel van informatie een aantal beelden verstrekt van oprichtingswerken en transport van windturbines op zee.

#### **Bijlage 3: Illustraties van transport en oprichtingswerken van windturbines op zee**

##### Raming transporten van haven naar windturbinepark

- Aanvoeren jack-up met sleepboten: 4 maal;
- Transporten onderdelen windturbines: er wordt gerekend met 3 transporten per windturbine (onafhankelijk van het turbinetype) namelijk de torendelen, de gondel en de rotor:
  - Oorspronkelijke concessiezone:
    - ~ In geval van de Vestas V90 windturbine 3 MW: 69 vrachten in 2011 (23 WT's) en 72 vrachten in 2012 (24 WT's);
    - ~ In geval van de REpower M6 windturbine 6 MW: 36 vrachten in 2011 (12 WT's) en 36 vrachten in 2012 (12 WT's);
  - Uitgebreide concessiezone:
    - ~ In geval van de Vestas V90 windturbine 3 MW: 108 vrachten in 2011 (36 WT's) en 108 vrachten in 2012 (36 WT's);
    - ~ In geval van de REpower M6 windturbine 6 MW: 54 vrachten in 2011 (18 WT's) en 54 vrachten in 2012 (18 WT's);
- Kleinere transporten en personeelstransport per schip: ca. 60 transporten in 2011 en ca. 60 transporten in 2012.

### **2.5.1.5 Elektrische infrastructuur**

#### Uitvoeringswijze

Kabels op zee worden aangelegd door een kabellegend schip uitgerust met:

- Oppervlaktereferentiesysteem: GPS;
- Onderwaterreferentiesysteem: sonar;
- Dynamisch positionersysteem;
- Onder water ploeg of jet-ingravingsuitrusting.

Er wordt een kabel toegepast geschikt voor maritieme toepassing. De kabelsleuf wordt gemaakt met behulp van twee speciale spuitmonden (jetting) of een roterend getand rad (ploeg). De aanlegdiepte van de kabel binnen het park is ca. 1 m terwijl dit voor de zeekabel ca. 2 m bedraagt.

Het moederschip wordt zeer nauwkeurig gepositioneerd met behulp van een GPS systeem. De kabellegger heeft een onafhankelijke aandrijving van het moederschip maar wordt wel vanuit dit schip bestuurd. Een aantal gespecialiseerde vaartuigen zijn voorhanden, uitgerust met alle noodzakelijke apparatuur.

De kabels voor het windturbinepark worden vanaf de kust in de richting van het windturbinepark gelegd (Figuur 2.5.1). Door duikers wordt de kabel langs de fundering naar boven geleid. De kabels komen de toren binnen boven het hoogwaterniveau.

#### **Figuur 2.5.1: Leggen van zeekabels**

Kabels op land worden aangelegd waar mogelijk in open sleuf en waar noodzakelijk via een geperste boring met mantelbuis.

#### Raming transporten van haven naar windturbinepark

- Transporten onderdelen TP: 6 x in 2011;
- Transporten voor aanleg parkkabels en zeekabel (tracéonafhankelijk): 10 in 2011 en 6 in 2012;
- Kleinere transporten en personeelstransport per schip: ca. 20 transporten in 2011 en ca. 20 transporten in 2012.

### **2.5.2 Exploitatiefase**

#### **2.5.2.1 Organisatie - algemeen**

De exploitatie zal verlopen conform de geldende regelgeving inzake veiligheid, gezondheid en milieu.

Er dient gesteld te worden dat er naar zal worden gestreefd om het technisch onderhoud van de windturbines te laten gebeuren door de windturbinefabrikant via lange termijn servicecontracten, zoals dat nu ook reeds courant gebruikt wordt voor de exploitatie en het onderhoud van onshore windturbineparken. Voor inspecties en onderhoudswerkzaamheden van funderingen, erosiebescherming, transformatoren, kabels, meteo,... zal beroep gedaan worden op specifieke dienstverleners.

ELDEPASCO afdeling Operations and Maintenance (O&M) staat in voor de supervisie van de technische werkzaamheden van de windturbineleverancier en van andere dienstverleners, de kwaliteitsbewaking van uitgevoerde werken, het netbeheer, het vermarkten van de geproduceerde elektriciteit en certificaten, het juridisch-financieel-administratieve beheer van de vennootschap, e.d.

Om haar superviserende taken on site daadwerkelijk te kunnen uitvoeren zal ELDEPASCO O&M beroep doen op de logistieke middelen aanwezig binnen ELDEPASCO (vb. vaartuigen).

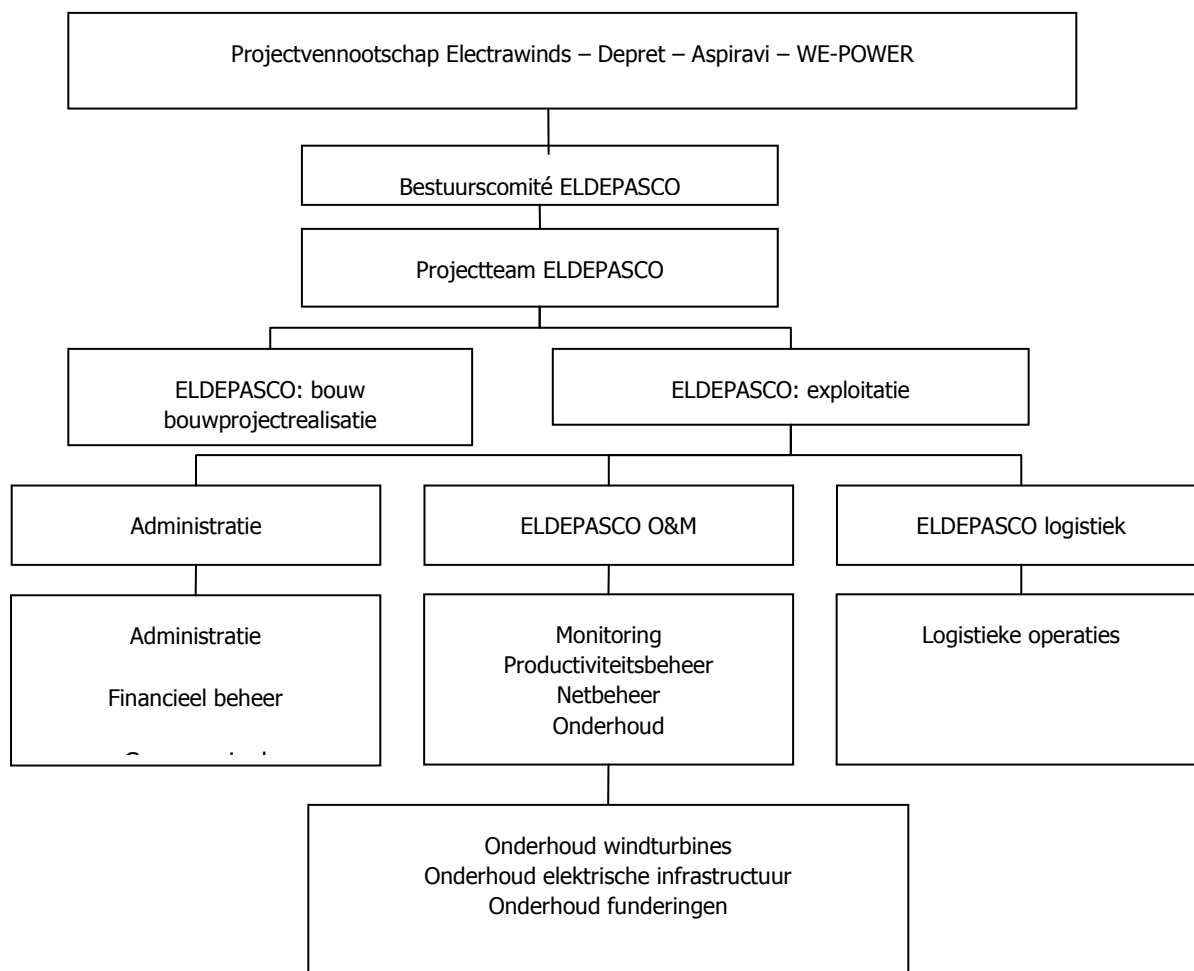
ELDEPASCO O&M zal beschikken over een eigen veiligheids-, gezondheids- en milieumanager (VG&M-manager) die verantwoordelijk zal zijn als veiligheidscoördinator, milieuverantwoordelijke en kwaliteitsmanager zowel tijdens ontwerp, realisatie als uitbating van het windturbinepark. De VG&M-manager kan beroep doen op een team van interne en externe deskundigen.

De VG&M-manager zal tevens vanuit ELDEPASCO het aanspreekpunt zijn inzake de onderzoeks- en opvolgingsprogramma's die vastgelegd zijn in samenspraak met overheidsinstanties (v.b. BMM, Instituut voor Natuurbehoud, Vlaams Instituut voor de Zee) en onderzoeksinstituten.

ELDEPASCO heeft de intentie om ook voor het offshore windturbinepark een veiligheids- en milieubeheersysteem (milieuzorgsysteem) in te voeren en te laten certifiëren conform respectievelijk OHSAS 18001 en ISO 14001.

Een schematische voorstelling van de organisatie binnen ELDEPASCO wordt hieronder gegeven.

**Tabel 2.5.1: Organigram Eldepasco**



### 2.5.2.2 Bedrijfszekerheid van de windturbines

De bedrijfszekerheid van de windturbines wordt bepaald door de beschikbaarheid en de bereikbaarheid. Op land is de bedrijfszekerheid circa 97% tot 98%. Op offshore locaties is dit lager doordat storingen niet altijd direct verholpen kunnen worden vanwege de lagere bereikbaarheid door:

- De afhankelijkheid van de beschikbare transportmiddelen;
- De relatief lange reistijd;
- De afhankelijkheid van weerscondities en seizoensinvloeden.

De mogelijke beschikbaarheid van de windturbine op zich kan gemaximaliseerd worden door:

- Een zeer doorgedreven monitoring- en besturingssystemen (SCADA systeem);
- De redundante uitvoering van systemen/componenten;
- Een uitgekiende planning van de preventieve onderhoudsbeurten.

De bedrijfszekerheid voor de windturbines wordt contractueel met de leverancier vastgelegd. Voor offshore windparken bedraagt dit grootteorde 90-95%.

### **2.5.2.3 Afstandscontrole en besturing**

#### Algemeen

Het ELDEPASCO windturbinepark wordt uitgerust met een afstandscontrole- en besturingssysteem (SCADA-systeem). Hierdoor is het mogelijk om op afstand:

- De operationele parameters van het windturbinepark zowel in real-time als op lange termijn op te volgen;
- Operationele parameters van de windturbines bij te sturen;
- Gegevens omtrent storingen (waarschuwingen, alarmen) te ontvangen ten behoeve van het aansturen van interventies.

De partners binnen ELDEPASCO hebben ervaring met afstandscontrole en -besturing van elektrische productie-installaties.

Ook het ELDEPASCO windturbinepark zal van op afstand bewaakt worden:

- Enerzijds door de windturbineleverancier in het kader van het afgesloten onderhoudscontract;
- Anderzijds vanuit de controlezaal van ELDEPASCO O&M; deze zal permanent bemand zijn door een operator (24u/24u en 7d/7d) .

Overleg en evaluatie van de exploitatie, de prestaties en de onderhoudsaspecten van het windturbinepark gebeurt via:

- Periodiek gepland overleg binnen ELDEPASCO;
- Periodiek gepland overleg tussen ELDEPASCO en de windturbineleverancier.

#### Hardware

Alle beschikbare data van de lokale stuu eenheden van de windturbines, de elektrische infrastructuur en de meteomasten worden doorgestuurd naar het SCADA-systeem (Supervisory Control And Data Acquisition) van ELDEPASCO O&M.

Ter ondersteuning van deze supervisie zullen ook camera's opgesteld worden voor visuele inspectie.

Het monitoring- en besturingssysteem wordt uitgerust met een UPS waardoor een ononderbroken stroomvoorziening gegarandeerd wordt. De windturbineleverancier levert de aangepaste software voor het monitoring- en besturingssysteem.

Het windturbinepark wordt ontworpen om onafhankelijk en 'fail safe' te opereren. Hierbij werkt elke turbine onafhankelijk, zelfs indien de communicatie met het land verbroken is. Elke windturbine zal automatisch stoppen zodra de basisbeveiligingen worden aangesproken of de lokale stuureenheid detecteert dat de ingestelde limieten zijn bereikt, om te vermijden dat er buiten de operationele voorwaarden geopereerd wordt.

### Dataverwerking

Het monitoring- en besturingssysteem zorgt voor een weergave (in tabellen en grafieken) en statistische beoordeling van de windturbine- en windparkgegevens; de parameters die gevolgd worden zijn minimaal deze zoals aangegeven in

Tabel 2.5.2. De frequentie van de gegevensuitvoer is: permanent, per minuut, per kwartier, dagelijks, wekelijks, maandelijks en jaarlijks.

**Tabel 2.5.2: Parameters van het monitoring- en besturingssysteem**

Parameter (per windturbine)	Eenheid	Berekende / gemeten waarde
Windsnelheid	m/s	Gemiddeld; piek
Draaisnelheid	Rpm	Gemiddeld; piek
Vermogen	kW	Gemiddeld; piek
Fase hoek		Vooraf ingestelde waarde
Draaiuren	H	Totalisatie
Opgewekte energie	kWh	Totalisatie
Gondelrichting	Graad	Gemiddeld; voornaamste richting
Status		Beschikbaarheid
Parameter (weerstation)	Eenheid	Berekende / gemeten waarde
Wind	m/s	Gemiddeld; piek
Windrichting	°	Gemiddeld; piek
Temperatuur	°C	Gemiddeld; piek
Atmosferische druk	hPa	Gemiddeld; piek
Luchtvochtigheid	%	Gemiddeld; piek
Status		Beschikbaarheid

De gegevens kunnen statistisch over verschillende tijdsperiodes vergeleken worden. Het beoordelen van de gegevens maakt een permanente controle en vergelijking tussen de verschillende turbines van het park mogelijk.

### Beheer van waarschuwingen en alarmen

Het ELDEPASCO windturbinepark zal zoals hierboven gesteld van op afstand bewaakt worden door zowel de windturbineleverancier als door ELDEPASCO O&M.

Communicatieprocedures worden vastgelegd tussen ELDEPASCO O&M en de service afdeling van de windturbineleverancier (O&M WTL):

- Het initiatief voor het behandelen van een storing wordt genomen door O&M WTL;
- O&M WTL zal ELDEPASCO O&M informeren over het genomen of geplande initiatief (via telefoon of mail);

- Indien mogelijk wordt de storing van op afstand verholpen. Is dit niet het geval dan zullen alle regelingen voorbereid worden voor een interventie ter plaatse door O&M WTL;
- Ten behoeve van de snelheid en efficiëntie van de interventies zullen ELDEPASCO O&M en O&M WTL afspraken maken omtrent het beschikbaar stellen van logistieke middelen;
- Interventies zullen gedocumenteerd worden in een verslag.

Op basis van ervaringen op land blijkt dat de storingen bij windturbines veelal kleine storingen zijn zoals een vervuilde sensor, een kapot relais of een vervuilde filter. Grote storingen zijn uitzonderlijk (v.b. rotorbladschade door blikseminslag). De kleine storingen kunnen met handgereedschap en klein materiaal doorgaans binnen enkele uren hersteld worden.

#### **2.5.2.4 Onderhoud**

##### Transport en toegang tot de installaties

Transport naar het windturbinepark voor onderhoudswerkzaamheden gebeurt per schip vanuit de O&M-basis die voor dit park vermoedelijk in de haven van Zeebrugge of Oostende zal worden opgericht. Helikopters zullen alleen in noodsituaties worden ingezet. Op het transformatorplatform wordt een helikopterplatform voorzien.

Gepland onderhoud gebeurt per definitie in perioden met gunstige weersomstandigheden. De turbines zullen ontworpen zijn voor 1 geplande onderhoudsbeurt per jaar.

Bij storingsinterventies zijn de weersomstandigheden in grote mate bepalend voor het ogenblik wanneer effectief naar het windturbinepark gevaren wordt. Hiervoor worden vastgelegde procedures gevolgd die in overeenstemming zijn met de regels voor offshore activiteiten.

Bij onderhoud of storingsinterventies zijn de uitvoerende technici steeds minimaal met 2 personen.

Voor het overzetten van O&M-personeel vanaf het schip naar de windturbine kan worden gekozen uit verschillende systemen die gangbaar zijn bij offshore activiteiten. Ten titel van voorbeeld wordt een illustratie gegeven van een access systeem toegepast door GE op het Arklow-windturbinepark.

#### **Figuur 2.5.2: Het access systeem gebruikt door GE op Arklow bank**

##### Beschrijving van de onderhoudswerkzaamheden voor de windturbines

Onderhoud gebeurt overeenkomstig de onderhoudsvoorschriften van de windturbineleverancier.

Het onderhoud van de windturbines omvat inspecties, testen, preventief en curatief onderhoud met betrekking tot:

- De turbinetoren(mast):
  - Inspectie van bevestigingen (vb bouten);
  - Inspectie m.b.t. corrosie (en waar nodig bijwerken);
  - Inspectie van ladder en liftsysteem (testen werking en beveiligingen).
- De turbinewieken (rotorbladen):
  - Inspectie van bevestigingen;
  - Inspectie en smering van lagers;
  - Inspectie en testen van pitch-systeem, remsysteem;
  - Inspectie van de bliksembeveiliging;

- Visuele controle op beschadiging.
- Trage as, tandwielkast en generator (in geval van een windturbine met tandwielkast); ringgenerator in geval van een windturbine zonder tandwielkast;
  - Inspectie en smering van lagers;
  - Vervanging van oliefilters;
  - Staalname tandwielkastolie voor analyse;
  - Inspectie van koelsystemen.
- Elektrische en sturingsinstallaties van de windturbine:
  - Inspectie van de toestand van kabels en kabelverbindingen;
  - Inspectie en testen van schakelaars, beveiligingen;
  - Inspectie van sensoren en meetapparatuur (temperatuur, snelheidsdetector, kWh-metingen, trillingsensoren, meteosensoren,...);
  - Inspectie van transformatoren en de eventuele inkuiping (indien oliegekoeld);
  - Testen van sturings- en communicatieverbindingen;
  - Inspectie en testen van verlichting, noodverlichting,...;
  - Inspectie en testen van het noodaggregaat (op het transformatorplatform).
- Belangrijke predictieve onderhoudstechnieken zijn temperatuurbewakingen op diverse onderdelen van de turbines (lagers, tandwielkasten, wikkelingen,...), trillingsanalyses en olieanalyses.

Basisprincipes bij onderhoud van offshore windturbines zijn:

- Een keuze voor hoge kwaliteit en betrouwbaarheid van de installatiecomponenten;
- Optimale toegankelijkheid van de windturbines;
- Redundantie van vitale componenten;
- Storingsinterventie gebaseerd op het uitwisselen van componenten, eerder dan het ter plaatse repareren. Reparaties kunnen in de onshore basis gebeuren.

Tot de logistieke middelen van ELDEPASCO O&M zullen behoren:

- Transportmiddelen (vaartuigen);
- Technische werktuigen;
- Een werkplaats en opslagplaatsen voor onderhoudsmaterieel en wisselstukken;
- Eigen werknemers en snel inzetbare externe specialisten.

### Beschrijving van de onderhoudswerkzaamheden voor het transformatorstation en de hoogspanningskabel

Het onderhoud van de elektrische infrastructuur wordt afgestemd op het onderhoudsschema voor de windturbines. Het onderhoud omvat inspecties, testen, preventief en curatief onderhoud met betrekking tot:

- De opvoertransformatoren (33/150 kV) en de volledige elektrische infrastructuur op het transformatorplatform worden jaarlijks nagezien en functioneel getest:
  - Controle oliepeil en olieanalyse van de transformatoren;
  - Functionele test van de diverse beveiligingen;
  - Inspectie en testen van regelaars.
- De elektrische uitrusting wordt periodiek gekeurd conform de heersende wetgeving (hoogspanningsuitrustingen: jaarlijks; laagspanning: 5-jaarlijks).
- Kabelinspecties en onderhoud:
  - Bij aanleg van de zeekabels wordt een precieze diepteloding uitgevoerd langs het tracé.

- Na in dienst name van de installatie zal een periodieke controle gebeuren met een frequentie tussen 2 en 5 jaar;
- Indien geconstateerd zou worden dat de dekking significant afneemt, zal een duikersploeg de situatie onder water inspecteren en wordt de zeekabel ter plaatse weer op de gewenste ingraafdiepte gebracht.

### Bouwtechnisch onderhoud

Volgende elementen komen hierbij in aanmerking:

- De turbinefundering onder en boven water:
  - Er wordt uitgegaan van een jaarlijkse visuele inspectie (onder water door duikers) op beschadiging en corrosie;
  - Ook wordt de biologische aangroei aan de ondersteuningsconstructie geïnspecteerd. Wanneer immers de aangroei toeneemt, neemt de golfbelasting toe. Overmatige aangroei wordt zonodig verwijderd door middel van een zeewaterstraal onder hoge druk (zonder bijmenging van aangroeiwerende middelen).
- Visuele inspectie van de kabelbevestiging aan de funderingen en van de kathodische bescherming (in geval van monopaal fundering);
- Controle van de aangebrachte erosiebescherming van de turbinefundering via het uitvoeren van bathymetrische metingen.

### **2.5.2.5 Aangepaste werk- en vaartuigen**

Voor de werkzaamheden die op land worden uitgevoerd (bij de windturbineleverancier of bij ELDEPASCO O&M) worden de klassieke werktuigen en uitrusting gehanteerd.

Voor onderhoudswerkzaamheden op het offshore windturbinepark wordt gebruik gemaakt van:

- Een schip als transportmiddel voor het onderhoudspersoneel en het benodigde materieel. Voor de preventieve onderhoudswerkzaamheden en bij kleine storingsinterventies wordt een snel schip (vb. type Windcat) ingezet met speciale voorzieningen om mensen op een veilige manier op de windturbine af te zetten. Enkel bij zware breuk (vervangen van een volledige rotor of gondel) zal een 'jack-up' met hijsinrichting worden ingezet;
- Het schip zal uitgerust zijn met:
  - Een hijsinrichting voor het overzetten van materieel naar de windturbine;
  - Aanlandingsinfrastructuur om het onderhoudspersoneel toegang te verschaffen tot het bordes van de windturbine;
  - Eventueel ook een kleine wendbare (vb rubberboot) boot.
- Het onderhoudspersoneel beschikt over:
  - Beschermende kledij bij overzet naar de windturbine;
  - Veiligheidsharnassen voor de werkzaamheden in de windturbines;
  - Specifieke uitrusting (handschoenen, beschermkappen,...) voor het werken aan de elektrische installaties;
  - Specifieke werktuigen voor onderhoud aan de windturbines.
- Het schip is dusdanig uitgerust van faciliteiten voor een meerdaags verblijf van de onderhoudsploeg bij het windturbinepark;
- Uiteraard zijn schip en onderhoudsploeg uitgerust met communicatiesystemen zodat steeds een opvolging van op land kan gebeuren van de onderhoudsactiviteiten.



## **2.5.3 Ontmantelingsfase**

### **2.5.3.1 Algemeen**

Na afloop van de exploitatieperiode, die op 20 jaar is gesteld, zal het windturbinepark worden ontmanteld. Tot dusver heeft de ontmanteling van offshore platformen slechts op kleine schaal plaatsgevonden in de olie en gas industrie.

Grosso modo kan worden gesteld dat de ontmanteling van het park uit gelijksoortige operaties bestaat als de bouw, doch de volgorde van uitvoering is omgekeerd. Voor de ontmantelingsactiviteiten wordt uitgegaan van het inzetten van soortgelijk materieel als bij de installatie van het park.

Geruime tijd voor de buitendienststelling van het windturbinepark zal ELDEPASCO een projectteam samenstellen dat de taak krijgt de ontmanteling van het park voor te bereiden en uit te voeren. Op basis van de staat van het park, de geldende wetgeving en de op dat tijdstip beschikbare technieken zullen werkmethodes worden ontwikkeld. Hierbij dient aangestipt te worden dat een maximale recyclage van onderdelen en materiaal wordt nagestreefd. Alle verwijderde componenten zullen naar land worden afgevoerd voor verdere verwerking.

Kwaliteit-, veiligheids-, en milieuzorg worden geïntegreerd in de werkmethodes.

### **2.5.3.2 Verwijderingen van de turbines - transformatorplatform**

Alvorens met het demonteren te beginnen, zullen alle vloeibare middelen zoals olie uit het hydraulische systeem, olie uit de tandwielkast (indien van toepassing), olie uit de transformatoren (indien van toepassing), e.d. uit de systemen worden verwijderd en afgevoerd. Hierdoor worden mogelijke lekkages tijdens het demonteren en transporteren van onderdelen voorkomen. De oliën worden afgevoerd naar erkende verwerkers.

Na het weghalen van de turbines, HS-transformatoren en hun behuizing worden deze op land gedemonteerd, gesorteerd en worden de componenten afgevoerd naar erkende verwerkers:

- Metalen onderdelen (mast, frames, tandwielkast, ladders, ...) worden verschroot en gerecycleerd;
- Kunststof onderdelen ((wieken, behuizing gondel,...) worden gebroken, vernalen en gerecycleerd of verbrand;
- Kabels, elektrische barenstelsels ed. worden voor ontmanteling en recyclage afgevoerd naar gespecialiseerde bedrijven;
- Elektrische componenten worden verwerkt analoog als 'wit- en bruingoed'.

### **2.5.3.3 Verwijdering van de funderingen en erosiebescherming**

#### Funderingen

Bij monopaal of multipode/jacketstructuur funderingen zullen de metalen buizen onder water worden afgesneden tot op een diepte van ca. 2 m onder de zeebodem (op basis van de huidige stand van de techniek). Het overblijvende gedeelte van de funderingspaal wordt afgedekt met erosiebeschermingsmateriaal aanwezig rond de paal teneinde te vermijden dat de funderingsrest door bodemerosie zou vrijspoelen.

De graviteitsfundering wordt leeggemaakt en vrijgemaakt. Ze wordt in haar geheel afgevoerd naar land voor afbraak met recuperatie van beton en wapeningsijzer.

### Erosiebescherming

Naar verwachting zal het verwijderen van de erosiebescherming belangrijke kosten met zich meebrengen evenals een verstoring van het op dat ogenblik heersende ecosysteem.

De noodzaak van verwijdering van de erosiebescherming en de uitvoeringswijze moet op het einde van de exploitatie bepaald worden in samenspraak met en de vergunningverlener en dit op basis van:

- de verdere bestemming en/of gebruik van het concessiegebied;
- technisch-financiële evaluatie van de beschikbare technologieën;
- ecologische parameters.

ELDEPASCO engageert zich om de site in voldoende mate in haar oorspronkelijke staat te herstellen indien dit om redenen van bestemming, gebruik of ecologische criteria noodzakelijk is.

#### **2.5.3.4 Verwijdering van elektrische kabels**

In het Koninklijk besluit van 12 maart 2002 betreffende o.m. de regels voor het leggen van elektriciteitskabels in de territoriale zee wordt geen verplichting opgelegd om de mariene kabels te verwijderen. Wel wordt er op gewezen dat de "definitieve afstand in optimale en veilige omstandigheden en met respect voor het milieu" dient te gebeuren (Art.5-11°).

De keuze voor het al of niet verwijderen van de elektrische kabels en de uitvoeringswijze moet op het einde van de exploitatie bepaald worden in samenspraak met de vergunningverlener en dit op basis van:

- technisch-financiële evaluatie van de beschikbare technologieën;
- ecologische criteria.

### 3 ALTERNATIEVEN

Onderhavig MER behandelt zowel een wijziging als een uitbreiding van de bestaande domeinconcessie, als volgt gedefinieerd:

- Een wijziging van de bestaande domeinconcessie gelegen op de Bank Zonder Naam (= oorspronkelijk concessiegebied) waardoor het totaal vermogen gereduceerd wordt tot 144 MW t.o.v. de toegekende domeinconcessie (15/05/2006) en waarbij afhankelijk van het turbinevermogen geopteerd wordt voor 48 (3 MW) of 24 (6 MW) turbines.
- Een uitbreiding van de bestaande domeinconcessie in noordelijke richting waardoor het totaal vermogen (216 MW) gelijk blijft als in de toegekende domeinconcessie (15/05/2006) en waarbij afhankelijk van het turbinevermogen geopteerd wordt voor 72 (3 MW) of 36 (6 MW) turbines.

De 'wijziging' en de 'uitbreiding' van de bestaande concessiezone alsook de alternatieven naar vermogen en naar type fundering moeten dus eerder gezien worden als mogelijke scenario's in plaats van alternatieven waarbij het niet de bedoeling is deze ten opzichte van elkaar af te wegen op vlak van milieueffecten.

#### 3.1 NAAR LOCATIE

Het KB van 17/05/2004 definieert de zone bestemd voor de inplanting van installaties voor de productie van elektriciteit uit water, stromen of winden in de Belgische zeegebieden. Binnen deze preferentiële zone voor de bouw en exploitatie van offshore windturbineparken bevinden zich volgende zandbanken: Thorntonbank, Bank Zonder Naam en Bligh Bank.

Er zijn twee mogelijke scenario's naar locatie voor het Eldepasco project, gelegen binnen deze afgebakende windenergie zone en gesitueerd rond de Bank Zonder Naam:

- Oorspronkelijke concessiegebied volledig gelegen op de Bank Zonder Naam;
- Uitgebreide concessiegebied bestaande uit het oorspronkelijke concessiegebied uitgebreid met een zone ten noorden van de Bank Zonder Naam.

##### 3.1.1 Oorspronkelijke concessiegebied

Een domeinconcessie werd verkregen op 15/05/2006 voor het ontwikkelen en exploiteren van een windturbinepark op de Bank Zonder Naam (oorspronkelijke concessiegebied). Strikt genomen zijn er dus voor het oorspronkelijke concessiegebied in het kader van de vergunningsaanvraag, waarvoor deze MER relevant is, geen alternatieven voor locatie, aangezien deze beperkt is tot de toegekende concessie.

Bij de keuze van de oorspronkelijke concessiezone voor het ELDEPASCO project binnen de zone bepaald door het KB van 17/05/2004 zijn volgende criteria in acht genomen:

#### ECONOMISCHE CRITERIA

De kostprijs van de geproduceerde energie is direct afhankelijk van de investering van het project en de onderhoudskosten. In het geval van hernieuwbare energieproductie uit wind is de kostprijs van de grondstoffen verwaarloosbaar. De economische haalbaarheid hangt echter af van een aantal andere factoren. De voornaamste zijn:

- Waterdiepte op de locatie:  
Hoe dieper de bodem op de locatie, hoe hoger de constructiekosten: grotere funderingen, stijgende funderingskost met toenemende diepte, complexere werken. Bovendien nemen ook de

onderhoudskosten toe. Daarom werd op basis van de huidige kennis inzake funderingsmogelijkheden geopteerd voor een zandbank gelegen binnen de afgebakende zone (KB 17/05/04). De waterdieptes en de geologische structuur van de Bank Zonder Naam zijn bovendien gelijkaardig als voor de Thorntonbank (C-Power) waardoor naar verwachting gelijkaardige funderingstechnieken kunnen worden toegepast.

- Afstand tot de kust:  
Enerzijds hoe groter de afstand tot de kust, hoe groter de investering, hoe groter de onderhoudskosten en hoe groter de elektrische verliezen (Söker *et al.*, 2000). Anderzijds hoe verder uit de kust hoe beter het windaanbod, hoe geringer de visuele impact en het effect op de avifauna (buiten broed- en overwinteringsgebieden). In de eerste 20 km vanaf de kust, stijgt de gemiddelde windsnelheid relatief snel met de afstand, en vanaf 20 km is deze toename klein (Van Hulle *et al.*, 2004). De afgebakende zone (KB 17/05/04) situeert zich op ongeveer 20 tot 60 km van de kust. Er werd dan ook geopteerd om binnen die zone de afstand tot de kust zo laag mogelijk te houden.
- Schaalgrootte:  
De locatie moet toelaten om een windturbinepark van voldoende schaalgrootte uit te bouwen dat economisch haalbaar is.

Daarnaast heeft men bij de keuze van de concessiezone ook rekening gehouden met:

- een minimale socio-economische invloed op andere toegestane activiteiten in zee;
- reeds bestaande concessies of concessieaanvragen voor een ander windturbinepark of een andere offshore activiteit zoals C-Power (Thorntonbank), Belwind (Bligh Bank).

Met de andere offshore projecten kunnen synergieën ontwikkeld worden op het vlak van netkoppeling, exploitatie,...

## **CRITERIA OPGESTELD DOOR BMM**

Het project werd ook afgetoetst aan de criteria opgesteld door de Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee (BMM), meer bepaald:

- Groepering van de windturbineparken;
- Inplanten van zware bouwstructuren buiten de territoriale zee (12-mijlszone);
- Minimale zichtbaarheid vanaf de kust;
  - De visuele impact op het gezichtsveld is maximaal loodrecht op de diagonaal door het windturbinepark;
  - Het punt van de maximale impact bevindt zich tussen Wenduine en Blankenberge. Het windturbinepark zal slechts onder zeer gunstige weersomstandigheden visueel waarneembaar zijn;
- Park lay-out, gericht op een zo efficiënt mogelijk ruimtegebruik (maximaal opgesteld vermogen per oppervlakte-eenheid);
- Open houden van mogelijke toekomstige uitbreidingen.

## **KWALITATIEVE CRITERIA**

Bij de locatiekeuze werden ook volgende kwalitatieve criteria - in zoverre dit nog niet gebeurd was - in acht genomen:

- Veiligheid: bij de evaluatie van de locatie werd zoveel mogelijk rekening gehouden met de scheepvaartroutes, vliegzones, pijpleidingen en kabels, militaire activiteiten, historiek van de site, afstand tot de kust en radaractiviteiten. De nodige veiligheidszones rondom het windturbinepark zullen worden ingesteld.

- Impact op de natuur: in de afgebakende zone (KB 17/05/04) zijn momenteel geen speciale beschermingszones in het kader van de vogel- en habitatrichtlijn of andere natuurgebieden aangeduid. Bij de keuze van de locatie is vooral rekening gehouden met de impact op avifauna:
  - Hinder voor trekvogels: er is uitgegaan van het gegeven dat de gecumuleerde obstructie van de trekvogelcorridor niet meer dan 1/3 mag bedragen;
  - habitatverlies: het maximale, cumulatieve habitatsverlies voor de meest verstoringsgevoelige vogelsoorten mag niet meer zijn dan 25% van het totale specifieke habitat voor deze soorten.
- Maatschappelijke aanvaarding: de visuele impact wordt beperkt door de windturbines zo ver mogelijk van de kust te plaatsen en te kiezen voor een gegroepeerde inplanting.
- Interferentie buurlanden: er wordt een voldoende afstand bewaard tot de Nederlandse grens.

### 3.1.2 Uitgebreide concessiegebied

De hierboven geschetste criteria (economisch, kwalitatief, BMM) zijn evengoed geldig voor de uitgebreide concessiezone. Zeker op vlak van het economisch criterium "Schaalgrootte", is een uitbreiding van de oorspronkelijke concessiezone wenselijk om de economische haalbaarheid van het Eldepasco project te verbeteren.

De uitbreiding ten opzichte van de oorspronkelijke concessiezone situeert zich in noordelijke richting waarbij de 'verloren' ruimte tussen de oorspronkelijke concessiezone en de noordelijk hiervan gelegen telecommunicatiekabel SEA-ME-WE3 optimaal wordt ingevuld (met respect van de veiligheidsafstand van 250m).

Inzake de alternatieven voor de uitbreiding van de oorspronkelijke concessiezone kan het volgende gesteld worden:

- Gezien het KB van 17/05/2004 dat de zone bestemd voor de inplanting van installaties voor de productie van elektriciteit uit water, stromen of winden in de Belgische zeegebieden definieert was een uitbreiding in oostelijke richting onmogelijk en in westelijke richting slechts verwaarloosbaar mogelijk.
- Een uitbreiding in zuidelijke richting was niet aangewezen aangezien op het ogenblik van de Eldepasco-aanvraag voor uitbreiding van de domeinconcessie (dd 29/8/2008) reeds 3 partijen een aanvraag hadden ingediend voor een domeinconcessie voor het volledige nog niet ingenomen gebied ten zuiden van de oorspronkelijke Eldepasco domeinconcessie.
- Bijgevolg was een uitbreiding in noordelijke richting de enige mogelijke optie waarbij een optimale aanwending van de beschikbare ruimte werd nagestreefd en waarbij niet in concurrentie werd getreden van lopende concessie-aanvragen.

## 3.2 NAAR CONFIGURATIE

Rekening houdend met de vormgeving van de oorspronkelijke concessiezone en de gevraagde uitbreiding en de mogelijk inzetbare windturbines zijn er bepaalde opstellingsvarianten mogelijk. De bepalende elementen bij het ontwikkelen van opstellingsvarianten zijn:

- Maximale energie efficiëntie:  
De energie efficiëntie (opgewekt vermogen per km<sup>2</sup>) dient gemaximaliseerd te worden. Een afweging werd hierbij gemaakt tussen het aantal constructies, de compactheid van de inplanting en het geproduceerde vermogen. Er wordt gekozen voor een minimaal aantal constructies met een maximaal vermogen die zo compact mogelijk zijn opgesteld. Een compacte inplanting is economisch voordelig gezien het bijvoorbeeld ook de lengte van de kabels vermindert. Een te compacte inplanting resulteert echter in effecten op de windsnelheid en turbulentie met niet

alleen mogelijke verliezen in vermogenopwekking, maar ook in levensduur van de turbines. Daarom dient de energetische efficiëntie ook afgetoetst te worden aan de daarmee gepaard gaande investerings- en exploitatiekosten en dient het optimum bepaald te worden.

- De commerciële beschikbaarheid van windturbines geschikt voor offshore toepassing: gezien de huidige overbevraging van de windturbineleveranciers (vraag groter dan aanbod) is dit een bepalend element in de keuze van de windturbine en de daarmee overeenstemmende configuratie. Zoals eerder uiteengezet gaat Eldepasco uit van een basisscenario met 'grote' windturbines van elk 6 MW (type 6M van REpower). Het is niet uit te sluiten dat er binnenkort nog grotere turbines op de markt komen met een vermogen van ca. 7 MW. Een alternatieve configuratie betreft windturbines van elk 3 MW (type V90 van Vestas). Andere (tussentijdse) scenario's en configuraties zijn echter niet uit te sluiten (3,6 MW turbines van Siemens of GE, 5 MW turbines van Multibrid,...).

De gekozen opstellingen gaan dus uit van windturbines met een individueel vermogen van 3-7 MW waarbij de 3 MW en de 6 MW als typevoorbeeld gelden omdat ze actueel ook effectief worden en zullen worden toegepast bij offshore projecten in West-Europa. Afhankelijk van het individueel vermogen, wordt het aantal turbines en hun configuratie bepaald om zoals beschreven een maximale energie-efficiëntie te verkrijgen.

Volgende twee scenario's naar configuratie worden onderscheiden:

- Oorspronkelijke concessiezone: 24 windturbines van 6 MW (Figuur 3.2.1) of 48 windturbines van 3 MW (Figuur 3.2.2); totaal parkvermogen 144 MW;
- Uitgebreide concessiezone: 36 windturbines van 6 MW (Figuur 3.2.1) of 72 windturbines van 3 MW (Figuur 3.2.2); totaal parkvermogen 216 MW.

Bij de opstelling is rekening gehouden met de minimaal vereiste afstand tot kabels, pijpleidingen en installaties in het gebied.

#### **Figuur 3.2.1: Voorstelling van de configuratie van het ELDEPASCO windturbinepark (6 MW)**

#### **Figuur 3.2.2: Voorstelling van de configuratie van het ELDEPASCO windturbinepark (3 MW)**

### **3.3 NAAR KABELTRACÉ**

Op basis van de Elia gegevens dient uitgegaan te worden van aanlanding te Zeebrugge. Eldepasco zal hierbij het kabeltracé van het Belwind offshore windturbinepark volgen (vanuit het oogpunt van optimaal ruimtegebruik) en dit zowel in de zee als op land (Figuur 2.3.6). Het tracé voorziet een dwarse kruising met de scheepvaart route "Scheur" (aanlegdiepte van 4 m).

Er worden op dit ogenblik geen andere tracé's bestudeerd.

### **3.4 NAAR WIJZE VAN UITVOERING**

#### **3.4.1 Type van de turbine**

Het vermogen van de windturbine blijkt, binnen bepaalde grenzen, relatief weinig effect te hebben op de te verwachten milieueffecten. Er kan dus in principe steeds geopteerd worden voor de hoogst mogelijke opbrengst of de best beschikbare technologie voor de installatie van de turbines. Een belangrijke opmerking daarbij is dat het echter moet gaan om een technologie die voldoende betrouwbaar is.

ELDEPASCO beoogt voor het geplande windturbinepark de best beschikbare technologie ("BBT") in te zetten conform de bepalingen van het KB 20/12/2000 artikel 3 - 3°. Dat betekent dat de windturbines op het ogenblik van bestelling aan volgende algemene specificaties zullen moeten voldoen:

- Commercieel beschikbaar zijn voor offshore toepassingen;
- Gecertificeerd zijn conform IEC 61400 voor offshore omstandigheden;
- Inzake aantal en vermogen passen binnen de aangevraagde/toegekende concessie en vergunning;
- Passen in het financieel plan inzake kostprijs en te verwachten energieproductie.

In bovenstaande projectbeschrijving werd reeds een overzicht gegeven van de huidig bekende beschikbare of in ontwikkeling zijnde windturbines. Op dit ogenblik beschikbare en gekende technologie is enerzijds de 3 MW van Vestas (Vestas V90 windturbine) en anderzijds de 5MW van REpower (REpower 5M). De REpower 6M gaat op dit ogenblik in productie (rotordiameter en ashoogte blijven ongewijzigd; door een beperkte verhoging van het toerental en aanpassing van de generator zal een vermogen opgewekt worden van 6 MW). Daartussen liggen nog een aantal varianten zoals het type Siemens 3,6 MW, GE 3,6 MW, Multibrid 5 MW,...

Gezien de snelle evolutie van de offshore windturbines in het laatste decennium, verwacht ELDEPASCO dat er op het moment van het bouwen van het windturbinepark (2011-2012) voldoende geschikte windturbines in het vermogenbereik van 3 tot 7 MW beschikbaar zullen zijn.

Samenvattend wordt voor de park lay-out rekening gehouden met een vermogensrange van 3 MW tot 7 MW, waarbij de 6M REpower (6 MW) en de de V90 Vestas (3 MW) als typevoorbeelden voor respectievelijk 'grote' en 'kleine' windturbines worden uitgewerkt in het MER. Om optimaal te anticiperen op mogelijke toekomstige ontwikkelingen wordt een inschatting gedaan voor de relevante parameters (rotor diameter, ashoogte) die mogelijks kunnen wijzigen bij upgrading naar een 7 MW. Indien deze gevolgen kunnen hebben voor het milieu, zullen de maximale ranges worden in rekening gebracht in de beschrijving van de milieueffecten.

Een overzicht van de belangrijkste karakteristieken gebruikt voor de beschrijving van de milieueffecten worden samengevat in onderstaande tabel.

**Tabel 3.4.1: Alternatieven windturbines MER**

	Typevoorbeeld	Vermogen	Rotordiameter (m)	Ashoogte (m) tov GGLWS
Kleine turbine	Vestas V90	3 MW	90	70 – 90
Grote turbine	REpower 6M	6 MW	126	90 – 110
	(7 MW turbine)	7 MW	140	90 - 120

### 3.4.2 De fundering

Bij de keuze van het type fundering zijn volgende elementen richtinggevend:

- Waterdiepte;
- Geotechnische eigenschappen van de bodem; de exacte dikte van de quartaire zandlaag en de grondmechanische bodemkarakteristieken zijn hierbij van belang;
- Windgegevens;
- Golf- en stromingsgegevens;
- De karakteristieken van de gekozen windturbine (lasten, ashoogte, rotordiameter, ...) met daaruit voortvloeiende krachten uitgeoefend op de mast en de fundering van de windturbine;
- De 'stand van de techniek' inzake funderingen voor offshore windturbines op het ogenblik van de realisatie van het windturbinepark;

- De technologie inzake offshore windenergie is in volle evolutie; zo worden er steeds grotere pontons (met jack-up), hijsinrichtingen, hei-inrichtingen,... gebouwd.
- Bijgevolg is het op vandaag niet voorspelbaar tot welke dimensies bijvoorbeeld monopaal funderingen in de zeebodem kunnen geheid worden in het jaar 2011. Indien bijgevolg geen monopaal kan ingeheid worden die voldoet aan de vereisten van de gekozen windturbine, dan valt deze techniek weg als funderingsoptie en zal een andere funderingstechniek gekozen worden.

De keuze van het type fundering is dus nog niet eenduidig vastgelegd; bijgevolg worden binnen het MER 3 alternatieven geëvalueerd:

- Monopaal fundering;
- Multipode/jacketstructuur fundering;
- Graviteitsfundering;

### **MONOPAAL FUNDERING**

Bij een monopaal fundering wordt elke windturbine op 1 stalen buis gezet die voorafgaandelijk in de zeebodem is geheid (tot 40 m). Monopalen zijn momenteel de meest gebruikte oplossing als fundering voor de 2 - 3,6 MW offshore windturbines.

Vanuit technische stand is de techniek relatief eenvoudig. De voornaamste nadelen zijn dat het gevoelig is voor metaalvermoeidheid tengevolge van hydrodynamische belasting en de sterke gevoeligheid aan de evolutie van de staalprijs.

### **MULTIPODE/JACKETSTRUCTUUR FUNDERING**

Een alternatief of variatie op de monopaal fundering is de multipode fundering; deze kan worden toegepast indien 1 monopaal niet volstaat om de krachten uitgeoefend op de fundering op te vangen (en is bijgevolg eerder van toepassing voor windturbines met een vermogen van 5 MW of meer en dus bijgevolg ook voor de REpower 6M windturbine).

In dit geval worden meerdere (kleinere) stalen buizen voorafgaandelijk in de zeebodem geheid waarop dan een aangepaste staalstructuur (inclusief transitiestuk) waarop de windturbine geplaatst wordt. Als typevoorbeeld wordt in het MER de jacketstructuur fundering uitgewerkt bestaande uit 4 palen.

De jacketstructuur is een techniek, die beter geschikt is bij grotere waterdieptes en zoals gesteld bij grote windturbines (5 MW en meer). De techniek is op heden reeds toegepast in het Beatrice project (met een REpower windturbine) en wordt reeds lang frequent toegepast in de olie- en gassector (Risø National Laboratory, 2004).

### **GRAVITEITSFUNDERING**

Om economische en/of (stabiliteits)technische redenen kan geopteerd worden voor een graviteitsfundering. Hierbij wordt op de zeebodem een betonnen constructie aangelegd met ingebouwd aanzetstuk voor de windturbinemast.

De graviteitsfundering is gebruikt bij diverse windturbineprojecten in Denemarken evenals in het C-Power project. Bij deze type fundering wordt een zware ballastvoet gebouwd waarop de volledige structuur verder aangebouwd wordt. Hierbij wordt de windturbine niet in het sediment geheid, maar staat op het sediment.



Op basis van de sedimentologische gegevens van de nabij gelegen Thorntonbank is gebleken dat de graviteitsfundering op die locatie aangewezen was. Op basis van een oriënterend geotechnische onderzoek op de Bank Zonder Naam is gebleken dat de techniek ook hier toepasbaar is en naar verwachting in aanmerking komt voor windturbines met een vermogen van 5 MW of meer (bijgevolg ook voor de REpower 6M windturbine).

### **3.4.3 Het ingezette materieel**

Hierbij gaat het in principe om schepen en hijspontons. Bij het gebruik van de schepen kan er op gelet worden dat gebruik gemaakt wordt van lage emissie brandstoffen. Als dusdanig zijn er geen echte alternatieven voor de in te zetten materialen, aangezien het hier steeds om zeer gespecialiseerd materiaal gaat.

Voor de aanleg van de kabels wordt primair geopteerd voor het gebruik van jetting installaties.

### **3.4.4 Erosiebescherming**

Ongeacht het type fundering, moet per windturbine een erosiebescherming voorzien worden. De dimensies van de erosiebescherming verschillen echter wel per type fundering (zie 2.3.2 Funderingen). In het geval van een gravitaire fundering wordt het aangebrachte volume erosiebescherming aanzienlijk hoger geschat.

Een ander alternatief bestaat erin om de ondergrond lokaal te consolideren om erosie tegen te gaan. Hierdoor is de schade voor het milieu echter onomkeerbaar.

### **3.4.5 Kabellegging**

Jetting is de techniek die gebruikt wordt voor het inbedden van het merendeel van de kabels in de bodem. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een hoge druk straal om een sleuf in de zeebodem te spuiten. Simultaan met het inleggen van de kabel gebeurt het bedekken met zandig sediment.

Het enige alternatief is het ploegen van een geul waarin de kabel gelegd wordt. Er valt te verwachten dat deze laatste techniek meer verstorend is voor de omgeving.

Een ecologisch beter alternatief voor het kruisen van kabels en pijpleidingen, is dat er ondergraven wordt in plaats van overkruisen. Dit is echter vanuit technisch oogpunt hoogstwaarschijnlijk onhaalbaar en houdt veiligheidsrisico's in.



## **4 BESCHRIJVING EN BEOORDELING VAN DE MILIEUEFFECTEN PER DISCIPLINE**

### **4.1 BODEM**

#### **4.1.1 Referentiesituatie**

##### **4.1.1.1 Locatie van het onderzoeksgebied**

De Bank Zonder Naam (BZN) is gesitueerd ca. 38 km uit de Belgische kustlijn en op de grens met de Nederlandse territoriale wateren (Figuur 4.1.1). De BZN is gelegen ca. 6 km ten NW van het noordelijk gedeelte van de Thorntonbank en 10 km ten ZO van de Bligh Bank. Bathymetrisch bevindt de bank zich volgens de kaart van de Vlaamse Banken (uitgave juli 2000) tussen 18 en 20 m diepte. Het projectgebied, dat zich ook ten dele uitstrekt ten N van de bank, heeft bathymetrische waarden tussen 18 en 32 m diepte.

**Figuur 4.1.1: Ligging Bank Zonder Naam**

##### **4.1.1.2 Morfologie en morfodynamiek**

#### **ONTSTAAN VLAAMSE BANKEN EN ANDERE RELIËFVORMEN**

De Vlaamse Banken zijn getijdebanken, ontstaan uit de interactie van fluviatiel aangevoerd zand en ZW-NO gerichte getijdenstromingen (Figuur 4.1.2). Waar de getijstroom uit één der beide richtingen een zandaccumulatie op hun weg ontmoeten, concentreren zij zich op de laagste punten. Van hier af worden geulen in het zand uitgeschuurd, waarvan de bodem naar het midden der accumulatie toe geleidelijk oploopt. In het ondiepe einde van deze geulen neemt door vernauwing van het profiel de stroomsnelheid en daardoor ook het zandtransport toe. Het verplaatste zand hoopt zich ten slotte op als meer of minder paraboolvormige wallen om het 'einde' der geulen. Zou de stroom steeds in dezelfde richting blijven voortgaan, dan zouden de geulen zich tenslotte wellicht tot aan de andere kant der zandaccumulatie verlengen en zouden er stelsels van evenwijdige ruggen gevormd worden.

Doordat tengevolge van de getij-openvolging de stroomrichting telkens omkeert, worden deze zandwallen echter ook beurtelings van de andere zijde bewerkt. Daarbij concentreren zich ook deze uit de tegenovergestelde richting komende stromen op de laagste plekken, d.w.z. de daarbij ontstane geulen richten zich niet op de paraboleinden van de andere geulen, maar ernaast en erlangs. De geuleinden blijven dus 'gesloten' en de getijstroom die over deze wallen heen de geulen binnenkomen zijn veel minder krachtig dan die uit de andere richting, die door het 'open' einde naar binnen gaan. Zand dat door de vloedstroom over de paraboolwallen in de ebgeulen terechtkomt, wordt er door de ebstroom vroeger of later weer uitgewerkt, waarbij het terug kan keren in de vloedscharen, enz. Op deze wijze kunnen de aldus gevormde getijdscharenstelsels tenslotte een stabiel geheel vormen, waarbij het zand voortdurend rondgaat.

Kleinere eb- en vloedscharenstelsels dan bijvoorbeeld de Vlaamse Banken komen algemeen voor in estuaria en in de Waddenzee.

**Figuur 4.1.2: Ontstaan van een getijdezandbank (Pannekoek *et al.*, 1984)**

## FYSISCH KENMERKEN

De getijdebanken (tidal banks) zijn de grootste offshore reliëfkenmerken. Ze hebben lengtes van verschillende 10-tallen km en een hoogte van 10-20 m. Hun oriëntatie op het noordelijke halfmond kan tot 60° in tegenwijzerzin zijn met de getijdenstroming; een verschijnsel dat gedeeltelijk zijn oorsprong vindt in de coriolisversnelling (Roos, 2004). De zuidoostelijke banken (Kwintebank, Buitenratel en Oostdyckbank) liggen onder een dergelijke 'offset' met de kustlijn. De Gootebank en de Thorntonbank alsook de dichtbij de kust gelegen banken - liggen evenwijdig met de kustlijn. De Blighbank (Hinderbanken) maakt een hoek van ca. 40° met de kustlijn. De Bank Zonder Naam ligt ongeveer evenwijdig met de Thorntonbank.

De Vlaamse banken blijken vrij stabiel te zijn. Na perioden van erosie (door storm of zandextractie) treedt er een proces van regeneratie op (zie ook 'Water'). Er treedt zeker aanwas op vanuit de geulen. Dit wordt voor de Kwintebank ondermeer beschreven door De Moor & Lanckneus (1991).

Een goede overzichtskaart van de getijdebanken in het Belgische gedeelte van de Noordzee wordt weergegeven in Figuur 4.1.3.

### **Figuur 4.1.3: Overzichtskaart Vlaamse Banken – Kustbanken – Zeelandbanken**

Zandgolven (sand waves) zijn beduidend kleiner dan zandbanken – enkele meters hoog - maar meer dynamisch en evenals de getijdebanken prominent aanwezig op het BDNZ. Doorgaans zijn ze loodrecht op de stromingsrichting aanwezig. Evenals de getijdebanken is hun ontstaan het gevolg van een onstabiel, vlak zeebed, onderworpen aan getijdenstromingen. Meestal zijn ze bedekt met de kleinere megaribbels.

Multibeam metingen ter hoogte van de Hinderbanken brachten aan het licht dat de zandgolven niet alleen op de banken voorkomen maar ook in de geulen (Deleu, 2001). Op het noordelijke gedeelte van de Hinderbanken en de Vlaamse Banken werden zandgolven aangetroffen van 8 m hoogte. In de tussenliggende geulen worden hoogten bereikt tot 11 m.

De verschillende schalen waarop zandgolven kunnen voorkomen zijn:

- Grote zandduinen of –golven met een golflengte van 1500 tot 2000 m en een hoogte variërend van 0,75 tot 3 m;
- Kleine zandduinen met golflengte van 150 tot 1000 m en een hoogte van 0,5 tot 0,75 m;
- Ribbels met een hoogte kleiner dan 0,5 m.

Op de uiterst westelijke top van de Bank Zonder Naam komen duinen voor van 1 à 2 m hoogte. Op de rest van de bank is dit niet geweten wegens gebrek aan gedetailleerde informatie (Van Lancker et. al., 2006). Volgens Van Alphen *et al.* (1989) die het Nederlands Deel van de Noordzee onderzochten, variëren de duinhoogtes op de Bank Zonder Naam van 4 tot 6 m hoogte. Recente bathymetrische opnamen door Eldepasco tonen een duinhoogte van gemiddeld 4 m hoogte aan.

## INFORMATIE VOOR DE THORNTONBANK

In het kader van de monitoring voor het C-Power windturbinepark werd door het BMM een numerieke modellering uitgevoerd van hydrodynamica en sedimenttransport t.h.v. de Thorntonbank (BMM, 2006b). Gezien de gelijkaardige oriëntatie van beide banken en de ligging van de Thorntonbank vlakbij de Bank Zonder Naam, is het nuttig om deze recente resultaten mee te geven.

Voor de informatie over stromingskarakteristieken wordt verwezen naar het hoofdstuk Water. Het sedimenttransport (van zand over de bodem) wordt bepaald door de bodemschuifspanningen, meer specifiek door het verschil tussen de heersende en de kritische bodemschuifspanning. De kritische

bodemschuifspanning – de waarde waarbij erosie begint op te treden - ligt, afhankelijk van het type sediment, ongeveer rond 0,5 Pa. Het blijkt dat de bodemschuifspanning voornamelijk bepaald wordt door de waterdiepte. De gemiddelde bodemschuifspanning varieert van 0,5 Pa in de diepere gebieden (vaargeulen) tot 1,4 Pa op de Thorntonbank. De maximale bodemschuifspanning blijft in de vaargeulen beperkt tot 2 Pa maar loopt op de bank op tot 6,5 Pa. Wellicht is dit laatste cijfer zelfs nog een onderschatting.

Het sedimenttransport resulteert in een beperkte depositie over bijna de gehele bank. Het sedimenttransport is rond de zandbank in tegenuurwijzerszin gericht. In de geul ten zuiden van de bank is het transport in de richting van de vloedstroom en naar het noordoosten gericht. Aan de zacht geleidelijke noordzijde van de bank is het sedimenttransport naar het zuiden, naar de top van de bank gericht.

**Figuur 4.1.4: Gemiddeld sedimenttransport Thorntonbank voor het jaar 1999, zonder meteorologische omstandigheden (BMM, 2006b)**

Dit is dus ten dele in tegenstelling met eerdere bevindingen uit een 2D-model (Van Lancker *et al.*, 2004) waarnaar gerefereerd werd in (Ecolas, 2004). Daar werd vermeld dat erosie voornamelijk optreedt aan de westelijke zijde van de banken en depositie aan de oostelijke zijde.

Er blijkt weinig verschil op te treden tussen het sedimenttransport zonder of met meteorologische invloeden en/of golven (BMM, 2006b).

De volgende jaren zal op de Thorntonbank, in het kader van de monitoring voor het windturbinepark, door de bathymetrische opnamen een vergelijking kunnen gemaakt worden tussen de modelresultaten en de fysische terreinmetingen.

## **INFORMATIE VOOR DE BLYGH BANK**

In het kader van het MEB voor het Belwind windturbinepark werd recent door het BMM een numerieke modellering uitgevoerd van hydrodynamica en sedimenttransport t.h.v. de Thorntonbank (BMM, 2007c). Gezien de ligging van de Bligh bank vlakbij de Bank Zonder Naam, is het nuttig om deze recente resultaten mee te geven.

In tegenstelling tot de Thorntonbank, blijkt volgens het model het sedimenttransport voor de Bligh Bank in wijzerzin te bewegen. Het sedimenttransport blijkt, zoals beschreven in het MER voor het Belwind windturbinepark, in NO – richting te bewegen, waarbij het vloedtransport dominant is dan het ebtransport. Er treedt erosie op langs de westkant van de bank en depositie aan de oostkant van de bank, weliswaar beperkt tot enkele cm in twee maanden.

### **4.1.1.3 Geologie**

Het Tertiair en het Quartair op het Belgisch Continentaal Plat (BCP) werden in eerste instantie gekarteerd door Bastin (1974) en De Batist (1989).

De Batist & Henriët (1995) karteerden het afgedekt tertiaire substraat in het studiegebied. Figuur 4.1.5 en Figuur 4.1.6 tonen de kaart met het seismisch opgenomen tertiair patroon vóór de Belgische kust en de relatie met on-shore geologische lagen. De locaties waar het quartair dek dunner is dan 2,5 m worden voorgesteld door gearceerde zones (Figuur 4.1.5). Deze zones zijn van belang gezien ook tertiaire sedimenten dagzomen in het overgrote deel van het geulensysteem op het BDNZ en dus eveneens in suspensie kunnen gebracht worden door eroderende processen of door antropogene activiteiten zoals uitgraving, aanleggen kabels,....

Het tertiair substraat van het westelijk deel van het BDNZ is de Formatie van Kortrijk (Y), terwijl het oostelijk gedeelte op de jongere dagzomende leden van de Formaties van Tielt, Aalter en Maldegem gesitueerd is. De Bank Zonder Naam bevindt zich bovenop de Formatie van Maldegem (vroegere "Bartoon") (MF(B1)). De meest zuidelijke punt bevindt zich nog net ter hoogte van de Formatie van Aalter (AF(L1)), die bestaat uit fijn zand en waarin zandbanken voorkomen.

De Formatie van Maldegem (B1) bestaat uit mariene sedimenten, afgezet tussen 20 en 50 m diepte, die vooral stijve klei en kleihoudende zandlagen omvat. De Formatie van Aalter (L1) werd meer in een kustomgeving afgezet en bestaat uit fijne, soms kleihoudende zanden. Deze sedimentologische karakteristieken werden ondermeer duidelijk door recenter onderzoek verricht door Le Bot *et al.* (2003). De strekking van de tertiaire lagen is ZZO-NNW gericht en ter hoogte van de BZN min of meer evenwijdig met de oostelijke begrenzing van het BDNZ. Het Nederlandse deel van de Bank Zonder Naam ligt bovenop de Formatie van Zelzate die ter plaatse bestaat uit stijve, lichtzandhoudende klei. De B1-afzetting bereikt een maximale dikte van 55 m ter hoogte van de Bank Zonder Naam. Zowel in de Formatie van Kortrijk (Y) als de Formatie van Maldegem (B1) komen tektonische kenmerken zoals breuken, plooiën voor. Ter hoogte van de Bank Zonder Naam is het bestaan van dergelijke kenmerken niet gekend. Enkel in de B1-laag worden op reflectieseismische opnamen soms undulaties aangetroffen.

**Figuur 4.1.5: Afgedekt patroon van de paleogene offshore seismisch-stratigrafische eenheden (De Batist & Henriët, 1995) – Gearceerde zones zijn bedekt door quartaire afzettingen met een dikte < 2.5 m. ZF : Zelzate Formatie, MF Maldegem Formatie, AF Aalter Formatie, VM Lid van Vlierzele, MPM Lid van Merelbeke en Pittem, EM Lid van Egem, KM Lid van Kortemark, KF Kortrijk Formatie**

**Figuur 4.1.6: Afgedekt patroon van de paleogene offshore en onshore seismisch-stratigrafische eenheden (De Batist & Henriët, 1995)**

Geologisch onderzoek naar de bouw en structuur van het quartair dek werd vooral uitgevoerd vanaf het midden van de jaren '80 en dit vooral in het westelijke gedeelte van de Vlaamse Banken (De Maeyer *et al.*, 1985; Wartel, 1989).

Op de zandbanken kan de quartaire deklaag oplopen tot 20 m dikte. In de geulen is het quartair soms sterk gereduceerd, zoals in de zone ten zuiden van de Bank Zonder Naam. De sedimentologische samenstelling van de quartaire afzettingen is zeer heterogeen en varieert van klei tot en met grind met occasionele schelpenbanken (0.1-1.0 m dikte). Het hoofdbestanddeel is echter zand. Grind wordt vooral aangetroffen in het zuidelijke gedeelte van de Hinderbanken. Hoe dan ook, enkel de bovenste lagen (7 m) zijn van belang met betrekking tot de vigerende hydrodynamische regimes (Trentesaux *et al.*, 1993; Berne *et al.*, 1994 & Trentesaux *et al.*, 1999).

De heterogeniteit van de Quartaire sedimenten geldt zowel verticaal als lateraal. De dikte van het quartair dek loopt op tot net 20 m op de uiterste top van de Bank Zonder Naam. In de geulen aan de voet van de bank valt de dikte terug tot minder dan 2,5 m.

De basis van het Quartair is gekenmerkt door een waaier van talrijke morfologische kenmerken, zoals steilranden, cuesta's, afglijdingen, oude uitgeschoorde valleien of "scour hollows" in het onderliggende Tertiair substraat. Figuur 4.1.7 toont een overzicht van deze kenmerken. De Bank Zonder Naam komt voor op de zuidzijde van de zogenaamde Northern Valley – een noordelijk verlengstuk van de grote Oostende Valley die de Thorntonbank verbindt met de Oosthinder, dwars over de Bligh Bank. Deze vallei loopt tussen twee steilranden waarvan de oostelijke de westelijke tip passeert van de Bank Zonder Naam. Meer centraal op de Bank Zonder Naam wordt een afglijding aangetroffen. "Scour hollows" bevinden zich zowel ten noorden als ten zuiden van de betreffende bank.

**Figuur 4.1.7: Morfologische kenmerken aan de basis van het Quartair Dek (Liu, 1990; Liu *et al.*, 1992)**

#### 4.1.1.4 Granulometrie van het sediment

Volgens de BUDGET-projectinformatie van 2001 bestaat het overgrote deel van de Bank Zonder Naam op het Belgische Deel van de Noordzee (BDNZ) uit middelmatig tot grof zand met een mediane diameter groter dan 250  $\mu$ . Ten noorden van de bank komt een beperkte zone voor met een fijner materiaal: 125-250  $\mu$ . De ge-update info van 2006 van MAREBASSE die beschikbaar is onder de vorm van thematische kaarten (Van Lancker *et al.*, 2006), toont dat de Bank Zonder Naam in de korrelgroottefractie 300-350  $\mu$ m ligt, wat overeenstemt met 'middelmatig zand' op de Udden-Wenworth schaal. Er zou hooguit 1 % silt/klei fractie aanwezig zijn (<63  $\mu$ m). Op het BDNZ bestaat een gradiënt van fijner wordende fracties naar de kust toe. Middelmatig tot grof zand wordt vooral aangetroffen ten noorden van de bank, naar de Bligh bank toe. In de geul tussen de Bank Zonder Naam en de Bligh Bank loopt een brede strook grind (fractie > 2 mm).

#### 4.1.1.5 Kwaliteit van het sediment

Een systematisch onderzoek op zware metalen op het BDNZ wordt beschreven door het Laboratorium voor Analytische en Milieuchemie van de Vrije Universiteit Brussel (Anonymus, 2003). Dit geschiedde in opdracht van de FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie (Bestuur Kwaliteit en Veiligheid). Van een 18-tal campagnes op een 18-tal stations, waaronder de oude baggerstortplaats S1 op de Sierra Ventana, werden ondermeer een aantal zware metalen gemeten.

De stations zijn gelokaliseerd op de volgende locaties:

- Stroom op- en afwaarts van de Kwintebank (t.a.v. richting residuele stroming);
- Kwintebank;
- Thorntonbank;
- Hinderbank;
- Sierra Ventana.

Op de Bank Zonder Naam werden geen stalen en analyses uitgevoerd, maar gezien de nabije ligging, de gelijkaardige granulometrische samenstelling als de Thorntonbank en de situering in het zelfde getijdestromingspatroon kan verwacht worden dat de chemische milieukwaliteit van beide banken vergelijkbaar is. De streefwaarden (zie ook Tabel 4.1.1) worden voor geen enkel bemeten zwaar metaal overschreden. De trend die waargenomen wordt, is een graduele vermindering van de gehalten aan zware metalen van oost naar west en verder van de kust weg (in noordelijke richting).

Op basis van de data uit de BMDC databank (BMM, 2007b) stelt men vast dat, voor alle opgenomen waarden voor open zee, voor zware metalen maximale waarden worden vastgesteld tussen streefwaarde en grenswaarde en voor TBT maximale waarden hoger dan de grenswaarde. Voor TBT worden hogere waarden vastgesteld in de buurt van havens. In elk geval liggen de meeste waarden, zowel voor zware metalen als voor TBT, onder de streefwaarden.

**Tabel 4.1.1: Maximale waarden sedimentkwaliteit (BMM, 2007b) en sedimentkwaliteitscriteria (Osparcom, 1998)**

Parameter	Maximale waarden (BMDC-databank)	Sedimentscriteria (SQC's)	
		Streefwaarde	Grenswaarde
Hg	0,28 ppm	0,3 ppm	1,5 ppm
Cd	0,7 ppm	2,5 ppm	7 ppm
Pb	273 ppm	70 ppm	350 ppm

Parameter	Maximale waarden	Sedimentscriteria (SQC's)	
		Streefwaarde	Grenswaarde
Zn	446 ppm	160 ppm	500 ppm
Ni	74 ppm	70 ppm	280 ppm
As	36 ppm	20 ppm	100 ppm
Cr	146 ppm	60 ppm	220 ppm
Cu	95 ppm	20 ppm	100 ppm
TBT	40 ppb	3 ppb	7 ppb
Minerale olie		14 mg/goc	36 mg/goc
PAK's		70 µg/goc	180 µg/goc
PCB's		2 µg/goc	2 µg/goc

#### 4.1.2 Autonome ontwikkeling

Zoals vermeld in paragraaf 2.3.2.1 blijkt de stabiliteit van de Vlaamse banken in het algemeen en de **Bank zonder Naam** in het bijzonder groot. De ligging van de banken in hun geheel wordt over het algemeen niet gewijzigd gedurende de laatste decennia. Voor de autonome ontwikkeling van de Bank zonder Naam kan verondersteld worden dat deze in de loop van de volgende decennia weinig wijzigingen zou ondergaan.

Door de **klimaatverandering** zullen veranderingen optreden in de stromingskarakteristieken en in de morfologie van het BDNZ. Zelfs binnen de termijn van de exploitatie zullen al veranderingen merkbaar zijn. Naast veranderingen in de algemene gemiddelde waarden van bijvoorbeeld zeespiegel, temperatuur, etc., wordt er een toename verwacht in de extreme klimaatsgebeurtenissen. Zo zal een toename van extreme stormen zeer zeker een invloed hebben op de sedimentdynamiek aangezien sedimenttransport in grote mate plaatsvindt tijdens extreme hydraulische condities.

Op dit moment heerst er nog veel onzekerheid over de kwantificering van de invloeden van klimaatverandering op het mariene milieu, zeker op de schaalgrootte van het BDNZ. Bovendien zijn de effecten geïnduceerd door klimaatverandering niet altijd te scheiden van effecten tengevolge van andere menselijke invloeden. Daarom werden door het Federaal Wetenschapsbeleid een aantal onderzoeksprojecten opgestart (Climar, Quest4D, Amore III) die tegen 2011 een antwoord zullen bieden op de invloed van de klimaatverandering op onder meer stromingskarakteristieken, sedimenttransport, temperatuur, nutriëntenbalans en ecologie ter hoogte van het BDNZ.

Er zijn geen **andere mariene activiteiten** (windturbineparken op andere banken, zandwinning, transport, dumpen van baggerspecie, ...) op het BDNZ waarvan een effect in de toekomst kan verwacht worden op de Bank Zonder Naam en het windturbinepark dat daar zou gebouwd worden. In bijzonder kan voor de bouw & exploitatie van het C-Power windturbinepark op de Thorntonbank en van het Belwind windturbinepark op de Bligh Bank gesteld worden dat:

- de bouw en exploitatie geen invloed zal veroorzaken op de bodemgesteldheid van de Bank Zonder Naam.
- ook van het eventuele gedumpte uitgegraven zand op de Thorntonbank en de Bligh Bank geen effecten zullen optreden naar de Bank Zonder Naam toe. Het gedumpte zand wordt lokaal verwerkt en gedissipeerd in het natuurlijke zandgolvenpatroon dat op de Thorntonbank of de Bligh Bank bestaat. Initieel wordt het gedumpte zandlichaam verlengd in de getijde stromingsrichting (Roos, 2004).



### **4.1.3 Effecten**

#### **4.1.3.1 Constructiefase**

## **INVLOED OP DE GEOLOGIE**

### **A. Oorspronkelijke concessiegebied**

#### Aanleg funderingen

##### Monopile en multipode/jacketstructuur – fundering

Bij deze funderingstypen wordt er geen zand verwijderd maar wordt de paal ingeheid in de bodem. Het enige effect is dat de geologische lagen tot een diepte van 40 m (monopile) en eveneens ca. 40 m (multipode) in de onmiddellijke omgeving van de paal gecompacteerd (verdicht) worden. Gezien het quartair dek op de Bank Zonder Naam vrijwel nergens dikker is dan 20 m zal vrijwel elke geheide paal eindigen in het Tertiair substraat dat hier bestaat uit de stijve klei van de Formatie van Maldegem (B1).

Dit effect wordt als niet-significant beoordeeld.

##### Gravitaire fundering

Bij het uitgraven van de funderingsputten wordt een deel van het oorspronkelijke voorkomende materiaal weggehaald. Het gaat in principe enkel om een relatief korte verplaatsing van het vrijkomende materiaal. Bij het toepassen van grondverbeteringstechnieken wordt de fysische aard van het geologische materiaal definitief gewijzigd.

Dit effect wordt als niet-significant beoordeeld.

#### Aanleg kabels

In het centrale NNO-lopende stuk van de kabel alsook bij een klein stuk van het tracé tussen de Thorntonbank en de Bank Zonder Naam wordt een zone doorkruist waar de quartaire deklagen maar een dikte bereiken van max. 2,5 m. Het trekken van een sleuf wordt technisch uitgevoerd ofwel door ploegen, ofwel door "jetting" (via hoge drukstraal). De kans is reëel dat hier tertiaire lagen doorsneden worden. Doorgaans zijn deze meer gecompacteerd en bevatten ze meer kleihorizonten dan de quartaire deklagen die ze bedekken. Bij het doorkruisen van dergelijke zones kan tijdelijk een hogere turbiditeit in het water ontstaan (zie thema water).

Dit effect wordt als niet-significant beoordeeld.

De aard en significantie van de invloed op de geologie zijn volledig gelijkaardig (niet-significant) voor de opstelling met 3 MW of met 6 MW turbines.

### **B. Uitgebreide concessiegebied**

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

## INVLOED OP HET GLOBALE SEDIMENTTRANSPORT, SEDIMENTOLOGIE & MORFOLOGIE

### A. Oorspronkelijke concessiegebied

#### Aanleg funderingen

##### Monopile en multipode/jacketstructuur – fundering

Bij deze funderingstypen wordt er geen zand verwijderd maar wordt de paal ingeheid in de bodem. Er is dan ook geen effect in de constructiefase op de morfologie.

##### Gravitaire fundering

Per windturbine wordt ca. 65.000 m<sup>3</sup> zand uitgegraven, waarvan ongeveer 20.000 m<sup>3</sup> zal worden hergebruikt voor heraanvulling van de funderingsput en voor opvullen van de graviteitsfundering (netto 45.000 m<sup>3</sup>). Hiervan bestaat ongeveer 40 % uit losse zandlagen en de overige 60 % uit de onderliggende meer gepakte zandlagen. Voor het aanwenden van het zandoverschot wordt voorgesteld:

- Ofwel dit zandoverschot te stockeren binnen het concessiegebied;
- Ofwel dit zand commercieel aan te wenden; in dit geval kan men besluiten dat de impact op de morfologie bijzonder gering zal zijn (slechts 45.000 m<sup>3</sup> zandoverschot). Bovendien kan – indien de commerciële aanwending betekent dat er minder zand gewonnen wordt op een andere locatie – de globale impact van alle mariene activiteiten op de natuurlijke morfologie van de Noordzee verminderd worden.

#### Vergelijking van de zandbalans bij stockage met natuurlijk getransporteerde volumes, zandwinning en baggervolumes

In beide gevallen (geen commercieel gebruik, gravitaire fundering, 3 MW of 6 MW scenario) moet het zand gestockeerd worden binnen de concessiezone. In onderstaande tabel worden voor de graviteitsfundering, een aantal kwantitatieve gegevens vermeld.

**Tabel 4.1.2 Gegevens zandbalans en stockage-oppervlakten voor het oorspronkelijke domein, scenario 3 MW-windturbines**

	<i>Concessiedomein sensu stricto</i>	<i>Concessiedomein incl. 250m zone</i>	<i>Concessiedomein incl. 500m zone</i>
Oppervlakte zone (km <sup>2</sup> )	9,03	13,06	17,48
Uit te graven volume (m <sup>3</sup> )	3.315.000		
Te stockeren volume (m <sup>3</sup> )	2.295.000		
Laagdikte bij gelijkmatige verspreiding (m)	0,25	0,18	0,13
Stockage-oppervlakte (m <sup>2</sup> ) bij dikte 1 m	2.295.000		
Stockage-oppervlakte (m <sup>2</sup> ) bij dikte 5 m	495.000		
Stockage-oppervlakte (%) bij dikte 1 m	25,4	17,6	13,1
Stockage-oppervlakte (%) bij dikte 5 m	5,1	3,5	2,6

**Tabel 4.1.3 Gegevens zandbalans en stockage-oppervlakten voor het oorspronkelijke domein, scenario 6 MW-windturbines**

	<i>Concessiedomein sensu stricto</i>	<i>Concessiedomein incl. 250m zone</i>	<i>Concessiedomein incl. 500m zone</i>
Oppervlakte zone (km <sup>2</sup> )	9,03	13,06	17,48
Uit te graven volume (m <sup>3</sup> )	1.755.000		
Te stockeren volume (m <sup>3</sup> )	1.215.000		
Laagdikte bij gelijkmatige verspreiding (m)	0,13	0,09	0,07
Stockage-oppervlakte (m <sup>2</sup> ) bij dikte 1 m	1.215.000		
Stockage-oppervlakte (m <sup>2</sup> ) bij dikte 5 m	243.000		
Stockage-oppervlakte (%) bij dikte 1 m	13,5	9,3	7,0
Stockage-oppervlakte (%) bij dikte 5 m	2,7	1,9	1,4

Mocht het te stockeren zand gelijkmatig verdeeld worden over de concessiezone, dan zou dit verspreid worden met een laagdikte – afhankelijk van de definitie van de concessiezone en het 3MW of 6MW scenario – tussen 6 en 23 cm (Tabel 4.1.2). In de praktijk zal een dergelijke gelijkmatige verdeling niet uitgevoerd worden, maar ten titel van vergelijking met natuurlijke transportvolumes wordt dit meegegeven.

Op de Thorntonbank (BMM, 2006b) blijken - uit een modellering - natuurlijke variaties in bodemdikte op te treden tussen 0,3 en 3,5 cm op jaarbasis. Ter vergelijking, op de Bligh Bank (BMM, 2007c) blijkt uit modellering door erosie en sedimentatie verschillen van enkele cm op te treden in een periode van 2 maanden.

Ter vergelijking, op het BDNZ is er de voorbije jaren ongeveer een jaarlijks volume van 1.900.000 m<sup>3</sup> aan zand- en grindextractie voor commercieel gebruik geweest, verspreid over een aantal locaties alsook ongeveer 16 miljoen m<sup>3</sup> gebaggerd en terug in zee gedumpt op de voorziene stortplaatsen.

#### Optimale locatie, oppervlakte en hoogte van de stockage

Het zandoverschot moet gestockeerd worden op een locatie zodat de globale morfodynamiek van het gebied zo minimaal mogelijk wordt gewijzigd. We gaan er van uit dat stockage binnen het concessiegebied wordt uitgevoerd, zoniet moet immers een nieuwe vergunning aangevraagd worden voor het storten van zand in zee en zal de impact op de morfodynamiek groter zijn dan bij stockage op de Bank Zonder Naam.

Het bepalen van de optimale locatie(s) voor stockage van het zandoverschot is omwille van onvoldoende kennis over de dynamiek van het sediment niet eenduidig uit te voeren. (BMM, 2006b) vermeldt voor de Thorntonbank dat het natuurlijke transport steeds in de richting van de bank plaatsvindt. Indien we dit extrapoleren naar de Bank Zonder Naam (die een gelijkaardige oriëntatie heeft en vrij dicht bij de Thorntonbank ligt), is het alvast positief dat, waar het zand ook gestockeerd wordt op de Bank, het langetermijn stabiel karakter van de Bank Zonder Naam niet in het gedrang komt, noch dat mag verwacht worden dat het merendeel van het gestockeerde zand in de geulen terechtkomt. Ook voor de Bligh Bank (2007c) treedt er in essentie een erosie- en sedimentatiepatroon (weliswaar in wijzerzin) in een ellipsvormige beweging rondom de bank. In die optiek zou de keuze voor de stockage-locatie binnen de Bank Zonder Naam minder precair zijn.

Voor het C-Power windturbinepark werd in (BMM, 2006a) - ter duiding - voorgesteld om te werken met een maximale hoogte van de stockage van 5 m (een afmeting van dezelfde grootte-orde als natuurlijke megaribbels zodat de oppervlakte waarbinnen het benthos verstoord wordt, minimaal is). Voor het Belwind windturbinepark (BMM, 2007c) wordt eveneens gesuggereerd om de stockagehoogte te kiezen tussen 2 en 7 m. Op die manier wordt een zo klein mogelijke oppervlakte gebruikt voor het storten van het zand en wordt anderzijds een hoogte gebruikt die gelijkaardig is met de grootte van de zandgolven in het gebied. Verder wordt gesuggereerd om de zandhopen zo te plaatsen dat ze eventueel door het natuurlijk transport terug in de richting van de putten worden gevoerd. Om dit na te gaan is echter bijkomende sedimenttransportmodellering nodig of kunnen eventueel resultaten van de monitoring in een 1<sup>e</sup> fase gebruikt worden voor de stockagelocatie in latere fasen. Tenslotte wordt vermeld dat het nodig kan zijn bij ontmanteling de gestockeerde zandhopen – indien deze stabiel blijken op lange termijn – terug te gaan winnen en terug te storten ter hoogte van de ontmantelde windturbines.

Voor de zandbalans bij het Eldepasco-project (Tabel 4.1.2) betekent een stockage-locatie met een maximale hoogte van 5 m voor de 2 fasen (voor het 3 MW en het 6 MW scenario telkens de helft van de turbines + het transformatorplatform in 2011, de tweede helft van de turbines in 2012) respectievelijk een stockage zone met een oppervlakte van 24,3 ha (in 2011) en 21,6 ha (in 2012) voor de 3 MW configuratie en een stockage zone met een oppervlakte 13,5 ha (in 2011) en 10,8 ha (in 2012) voor de 6 MW configuratie. Dit betekent dat men respectievelijk 2,7 % (in 2010) en 2,4 % (in 2011) van de concessiezone tijdelijk inneemt voor stockage bij het 3 MW typevoorbeeld en 2,7 % (in 2010) en 2,4 % (in 2011) van de concessiezone en 1,5 % (in 2010) en 1,2 % (in 2011) van de concessiezone. Dit zijn uiteraard benaderingen. Gestort zand neemt een talud in die het kan innemen onder water en onder invloed van de vigerende getijdestromingen.

Een andere optie is om in het kader van een zo egale mogelijke spreiding, en dus optimaal morfologisch herstel, van het zand *per turbine* (45.000 m<sup>3</sup>) ter plaatse te stockeren. (BMM, 2006a) vermeldt eveneens dat de stabiliteit van putten maar ook van kunstmatige zandhopen relatief groot is. Recent onderzoek (Tonnon *et al.*, 2007) toont aan dat een artificiële zandophoging – bij deze gevalstudie gecreëerd tussen 1982 en 1986 door het stockeren van 3,5 miljoen m<sup>3</sup> zand met 200 µm < d50 < 500 µm in de buurt van de haven van Rotterdam – over een periode van twintig jaar is blijven bestaan en langzaam (100 m in 15 jaar) in noordelijke richting migreert. Modelleringsresultaten tonen hierbij aan dat er een aangroei is op het moment dat het bodemtransport domineert en er een afkalving is bij overheersen van het suspensietransport (sterkere stroming). Bij extrapolatie van deze gegevens naar diepere locaties (meer off-shore) moet men er bovendien voor beducht zijn dat de netto transportsnelheden kleiner zullen zijn en het effect van de golven relatief kleiner is. Het lijkt bovendien logisch om de stockage-locatie zo dicht mogelijk bij elke funderingsput, zodat enerzijds de stockage-kost geminimaliseerd wordt, maar anderzijds het gestockeerde zand een optimale kans heeft om op natuurlijke wijze de morfologie ter hoogte van elke funderingsput te herstellen.

Besluit: het is duidelijk dat de hierboven geschetste criteria om de karakteristieken van de stockage-zone te bepalen tegenstrijdig zijn en dat er een compromis moet gezocht worden. Het hanteren van een laagdikte tussen 2-7 m zoals vereist in (BMM, 2007) voor het Belwind windturbinepark lijkt ons een praktisch en realistisch compromis. De stortlocatie wordt best zo dicht mogelijk bij de te installeren windturbines gekozen en ten ZW van de windturbines, zodat het gestockeerde zand via de overheersende vloedstromingen in NO richting de kans krijgt zich te verspreiden over de Bank Zonder Naam alvorens verder getransporteerd te worden. De optie om te stockeren per turbine wordt – ondanks een relatief grotere oppervlakte-inname – zowel vanuit morfologisch oogpunt (snellere verspreiding vanuit kleine hopen zand) als vanuit werk-technisch oogpunt (korte afstand tussen bagger- en losplaats) niet afgeschreven.

## Aanleg kabels

Bij de aanleg van de kabels (1 m diep binnen het park, 2 m diep voor de kabel naar land) wordt het aanwezige zand (eventueel slibhoudend dichter bij de kust) verwijderd door "ploegen", ofwel uitgespoten door middel van een jetting-mechanisme. Er wordt verder verwezen naar het hoofdstuk water wat betreft de turbiditeit. BMM suggereert in de MEB voor het Belwind windturbinepark om de 150 kV kabels ten minste op een diepte van 2 m in te graven (BMM, 2007c). Bij jetting 'verweekt' de zeebodem tijdelijk door een op nul vallende korrelspanning (analoog met drijfzand) en kan de kabel wegzakken onder haar eigen gewicht. Enkel door opname in suspensie en transport op korte afstand is er een beperkte invloed op de morfologie van de zeebodem. De verplaatste volumes zijn functie van de korrelverdeling, heersende stromingen en diepte van de kabel, maar hebben alleszins geen grootteorde die de morfologie van het gebied enigszins kan beïnvloeden. BMM vermeldt dat sporen van jetting volgens literatuurbronnen (deels observatie, deels modellering) tot enkele tientallen dagen kunnen zichtbaar blijven (BMM, 2007c). Op het moment dat de kabel een vaargeul kruist, moet er gebaggerd worden (diepte kabel circa 4 m). De exacte aanlegdiepte zal ten gepaste tijde bepaald worden rekening houdend met de geldende regelgeving en tevens met eventuele te verwachten verdiepingen van de vaargeul. Hierdoor zal ook een beperkte hoeveelheid zand op een andere locatie gedeponeed moeten worden. Door de beperkte afstanden en diepte is er ook hier slechts een gering negatieve impact op de morfodynamiek van het BDNZ en het projectgebied. BMM stelt in de MEB voor het Belwind windturbinepark dat een diepte van 4 m ontoereikend kan zijn bij de kruising van vaarroutes (vaarroute 1 = aanloop tot Scheur), omdat het anker van een VLCC (very large crude carrier, indien schepen van deze tonnenmaat toegang verkrijgen bij de verdere uitdieping van de Schelde) zich bij een noodstop kan ingraven tot dieptes van meer dan 4 m (BMM, 2007c). Verdere gedetailleerde technische studie dringt zich op om de exacte ingravingsdiepten bij dergelijke ankermanoeuvres te voorspellen.

## **B. Uitgebreide concessiegebied**

### Aanleg funderingen

#### Monopile en multipode/jacketstructuur – fundering

Bij deze funderingstypen wordt er geen zand verwijderd maar wordt de paal ingeheid in de bodem. Er is dan ook geen effect in de constructiefase op de morfologie.

#### Gravitaire fundering

De uitgangspunten zijn dezelfde als in scenario A, enkel het aantal windturbines varieert. In onderstaande tabellen worden voor de uitgebreide concessiezone, zowel voor het 3MW als het 6MW scenario de gegevens over de zandbalans weergegeven. De ligging en de grootte van de uitbreiding t.o.v. de Bank zonder Naam zijn niet van die aard dat de bij scenario A geschetste sedimenttransportbanen een grondige wijziging zullen ondergaan. In de uitbreiding zullen de waterdiepten iets groter zijn en zal het sedimenttransport vermoedelijk iets actiever zijn dan op de hoger gelegen delen van de Bank zonder Naam.

**Tabel 4.1.4 Gegevens zandbalans en stockage-oppervlakten voor het uitgebreide domein, scenario 3 MW-windturbines**

	<i>Concessiedomein sensu stricto</i>	<i>Concessiedomein incl. 250m zone</i>	<i>Concessiedomein incl. 500m zone</i>
Oppervlakte zone (km <sup>2</sup> )	14,30	18,81	23,69
Uit te graven volume (m <sup>3</sup> )	4.810.000		
Te stockeren volume (m <sup>3</sup> )	3.330.000		
Laagdikte bij gelijkmatige verspreiding (m)	0,23	0,18	0,14
Stockage-oppervlakte (m <sup>2</sup> ) bij dikte 1 m	3.330.000		
Stockage-oppervlakte (m <sup>2</sup> ) bij dikte 5 m	666.000		
Stockage-oppervlakte (%) bij dikte 1 m	23,3	17,7	14,1
Stockage-oppervlakte (%) bij dikte 5 m	4,7	3,5	2,8

**Tabel 4.1.5 Gegevens zandbalans en stockage-oppervlakten voor het uitgebreide domein, scenario 6 MW-windturbines**

	<i>Concessiedomein sensu stricto</i>	<i>Concessiedomein incl. 250m zone</i>	<i>Concessiedomein incl. 500m zone</i>
Oppervlakte zone (km <sup>2</sup> )	14,30	18,81	23,69
Uit te graven volume (m <sup>3</sup> )	2.470.000		
Te stockeren volume (m <sup>3</sup> )	1.710.000		
Laagdikte bij gelijkmatige verspreiding (m)	0,12	0,09	0,07
Stockage-oppervlakte (m <sup>2</sup> ) bij dikte 1 m	1.710.000		
Stockage-oppervlakte (m <sup>2</sup> ) bij dikte 5 m	342.000		
Stockage-oppervlakte (%) bij dikte 1 m	12,0	9,1	7,2
Stockage-oppervlakte (%) bij dikte 5 m	2,4	1,8	1,4

Mocht het te stockeren zand gelijkmatig verdeeld worden over de concessiezone, dan zou dit verspreid worden met een laagdikte – afhankelijk van de definitie van de uitgebreide concessiezone en het 3MW of 6MW scenario – tussen 7 en 23 cm (Tabel 4.1.2). In de praktijk zal een dergelijke gelijkmatige verdeling niet uitgevoerd worden, maar ten titel van vergelijking met natuurlijke transportvolumes wordt dit meegegeven.

Voor de zandbalans bij het Eldepasco-project (Tabel 4.1.4 en Tabel 4.1.5) betekent een stockage-locatie met een maximale hoogte van 5 m voor de 2 fasen (voor het 3 MW en het 6 MW scenario telkens de helft van de turbines + het transformatorplatform in 2011, de tweede helft van de turbines in 2012) respectievelijk een stockage zone met een oppervlakte van 34,2 ha (in 2011) en 32,4 ha (in 2012) voor de 3 MW configuratie en een stockage zone met een oppervlakte 18,0 ha (in 2011) en 16,2 ha (in 2012) voor de 6 MW configuratie. Dit betekent dat men respectievelijk 2,4 % (in 2010) en 2,3 % (in 2011) van de concessiezone tijdelijk inneemt voor stockage bij het 3 MW typevoorbeeld en 2,7 % (in 2010) en 2,4 % (in 2011) van de concessiezone en 1,3 % (in 2010) en 1,1 % (in 2011) van de concessiezone. Dit zijn uiteraard benaderingen. Gestort zand neemt een talud in die het kan innemen onder water en onder invloed van de vigerende getijdestromingen.

Besluit : net zoals bij scenario A is het duidelijk dat de criteria om de karakteristieken van de stockage-zone te bepalen tegenstrijdig zijn en dat er een compromis moet gezocht worden. Het hanteren van een laagdikte tussen 2-7 m zoals vereist in (BMM, 2007) voor het Belwind windturbinepark lijkt ons een praktisch en realistisch compromis. De stortlocatie wordt best zo dicht mogelijk bij de te installeren windturbines gekozen en ten ZW van de windturbines, zodat het gestockeerde zand via de overheersende vloedstromingen in NO richting de kans krijgt zich te verspreiden over de Bank Zonder Naam alvorens verder getransporteerd te worden. De optie om te stockeren per turbine wordt – ondanks een relatief grotere oppervlakte-inname – zowel vanuit morfologisch oogpunt (snellere verspreiding vanuit kleine hopen zand) als vanuit werk-technisch oogpunt (korte afstand tussen bagger- en losplaats) niet afgeschreven.

### Aanleg kabels

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

## **EFFECTEN OP DE BODEMKWALITEIT**

### **A. Oorspronkelijke concessiegebied**

De hypothetische kans op een accidentele lozing van verontreinigende stoffen in het water zal, gezien de heersende stromingscondities en het zandige karakter van de ondergrond, geen aanleiding geven tot verontreiniging van de bodem.

Bij de aanleg van de erosiebescherming wordt enerzijds grind (kaliber 10-28 mm) gebruikt, anderzijds breuksteen (kaliber 50-500 mm). Bij het gebruik van geologisch zuivere materialen voor de erosiebescherming worden geen significante effecten verwacht op de chemische bodemkwaliteit.

### **B. Uitgebreide concessiegebied**

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

### **4.1.3.2 Exploitatiefase**

## **INVLOED OP DE GEOLOGIE**

### **A. Oorspronkelijke concessiegebied**

Tijdens exploitatie is er geen enkele activiteit die aanleiding kan geven tot een effect op de geologie. Enkel tussentijdse bestorting met breukstenen op de erosiebeschermingsvlakken zal de hoeveelheid geologisch vreemd materiaal doen toenemen.

### **B. Uitgebreide concessiegebied**

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

## **INVLOED OP DE GLOBALE MORFODYNAMIEK**

### **A. Oorspronkelijke concessiegebied**

#### Invloed van de windturbines

Hoewel er lokaal ter hoogte van de windturbines een verstoring zal optreden van het natuurlijke sedimenttransport (zie verder), zal dit amper enig effect hebben op de globale natuurlijke processen op de Bank Zonder Naam. Daarvoor is immers het effect van elke constructie – door de aanwezigheid van de erosiebescherming – te gering en de afstand tussen de windturbines te groot. Het effect van de windturbines op de globale morfodynamiek van het BDNZ wordt als niet-significant beschouwd.

#### Invloed van de kabels

De invloed van de kabels op de globale morfodynamiek is, gezien hun afmetingen en gezien de geringe kans dat de kabels aan het oppervlak komen te liggen, verwaarloosbaar. Zelfs bij occasionele blootstelling of zelfs bij het vormen van zogenaamde “free spans”, waarbij een kabel over een bepaalde afstand vrij van de bodem ligt tussen twee duintoppen, is het effect op de zeebodem morfologie niet significant.

### **B. Uitgebreide concessiegebied**

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

## **LOKALE EROSIE DOOR DE CONSTRUCTIES**

### **A. Oorspronkelijke concessiegebied**

#### Lokale erosie door het optreden van een stromingsobstructie

In (Ecolas, 2003) wordt ingegaan op de stromingsfenomenen die aanleiding geven tot het vormen van een funderingsput. Een erosieput zal zeer snel gevormd worden met afmetingen die in essentie functie zijn van de stromingskarakteristieken, de korrelgrootte van de sedimenten en de vorm en afmetingen van de funderingen.

Uit de berekeningen die onder meer in (Ecolas, 2003) worden vermeld, is het duidelijk dat de lokale erosie bij een fundering zonder erosiebescherming zo groot zou zijn, dat het effect moet gemitigeerd worden en zelfs de stabiliteit van de gehele constructie op lange termijn zou kunnen ondermijnen.

Daarom wordt door de initiatiefnemer onmiddellijk erosiebescherming voorzien bij elk type fundering. Het spreekt voor zich dat de grotere afmetingen bij gravitaire funderingen een grotere erosiebescherming vereisen dan bij paalfunderingen.

#### Voorziene erosiebescherming per funderingstype

Door de erosiebescherming worden erosiekuilen vermeden. Dergelijke erosiekuilen kunnen immers dimensies aannemen die de stabiliteit van de volledige windturbine-constructie in gevaar zouden brengen. Het aanbrengen van de erosiebescherming is dus een positieve maatregel voor de bodemstructuur en voor de bedrijfsvoering. Deze erosiebescherming vormt echter een heterogeniteit in de zandige bodem. Doordat de erosiebescherming qua niveau onder het oorspronkelijke niveau van de



zeebodem wordt geplaatst, vormt de erosiebescherming geen verticale doorbreking van de bodemstructuur; er kan zelfs verwacht worden dat zand zich op natuurlijke wijze zal verplaatsen bovenop de erosiebescherming.

De erosiebescherming wordt zo snel mogelijk aangebracht na het plaatsen van de fundering, d.i. een "statische" erosiebescherming zoals vermeld in (BMM, 2007c).

Om erosie rond de monopaalfundering (en bijgevolg gereduceerde stabiliteit en hogere belasting door stromingen) tegen te gaan, wordt rond elke monopaal een erosiebescherming aangebracht:

- Diameter: ca. 30 m;
- Opbouw van de erosiebescherming in verschillende lagen bovenop de zeebodem; opbouw naar verwachting als volgt:
  - Grind: laagdikte ca. 60 cm; kaliber 10-28 mm;
  - Breuksteen: laagdikte ca. 100 cm; kaliber 50-500 mm;

De erosiebescherming bij een multipodefundering/jacketstructuur is vrij analoog aan de erosiebescherming bij een monopaaalfundering.

Om erosie rond de graviteitsfundering tegen te gaan, wordt rond elke fundering een erosiebescherming aangebracht:

- In eerste instantie wordt de put die is uitgebaggerd, terug aangevuld met uitgebaggerd zand tot aan het referentieniveau min 1,6m;
- Daarboven wordt een specifieke erosiebeschermingsfilter met diameter 100 m en laagdikte ca. 1,6 m aangebracht in verschillende lagen:
  - Grind: laagdikte ca. 60 cm; kaliber 10-28 mm;
  - Breuksteen: laagdikte ca. 100 cm; kaliber 50-500 mm;

#### Controle van de voorgestelde erosiebescherming per funderingstype

Er bestaan theoretische formules voor het berekenen van de minimaal vereiste bescherming (men veronderstelt dat de minimaal vereiste bescherming dezelfde dimensies moet aannemen van een erosieput die zou ontstaan zonder bescherming), die in essentie allemaal functie zijn van een karakteristieke afmeting van de fundering (Ecolas, 2003). Voor de diverse funderingstypes betekent dit:

- Dimensies monopile: 4-7 m diameter;
- Dimensies multipode-jacketstructuur: minstens 4 palen met diameter 2 - 4 m;
- Dimensies gravitaire fundering: karakteristieke diameter aan de voet van ongeveer 30-40 m;

De toepassing van dergelijke formules – hoewel het toepassingsgebied van de formules zich in feite niet uitstrekt tot gravitaire funderingen met een dergelijk grote dimensies - zou resulteren in een minimaal benodigde diameter van de erosiebescherming:

- monopile: 15 m diameter;
- multipode-jacketstructuur: 9 m diameter per paal;
- gravitaire fundering: 85 m diameter;

De dimensies van de voorgestelde erosiebeschermingen zijn voor elk funderingstype meer dan voldoende t.o.v. de hypothetische dimensies van een erosieput zonder bescherming.

De erosie zal zich verplaatsen naar de grenszone tussen de zeebodem en de erosiebescherming, in stroomafwaartse richting (secundaire erosie). Om de secundaire erosie te minimaliseren mogen het grind of de stenen best niet boven de omringende zeebodem uitsteken. De erosieput zal echter nooit de omvang krijgen van een erosieput die zou ontstaan zonder erosiebescherming. Indien wordt vastgesteld

dat omwille van uitschuring van zand onder de stortlaag de stenen zettingen ondergaan, dienen de steenlagen aangevuld te worden.

Voor de windturbineparken in het buitenland kon geen informatie teruggevonden worden over monitoring van de lokale erosiefenomenen. Het staat vast dat het erosiefenomeen vrij complex is (BMM, 2007c) en dat bijkomend wetenschappelijk onderzoek over erosie rond gravitaire funderingen in mariene omstandigheden noodzakelijk is.

### Aanvaardbaarheid voor het milieu

Het aanbrengen van de erosiebescherming is enerzijds noodzakelijk voor de stabiliteit van de constructie en mitigeert anderzijds de effecten op bodem van lokale erosie door de aanwezigheid van een constructie. Hoewel de erosiebescherming op zich een lokale heterogeniteit vormt t.o.v. de zandige zeebodem, is het aanbrengen van de erosiebescherming aanvaardbaar voor het milieu.

### Erosie langsheen de kabels

De kabels worden voldoende diep gelegd (1 m in het park, 2 m voor de kabel naar land, circa 4 m in de vaargeulen) zodat de kans dat een kabel bloot komt te liggen, vrij gering is. Schade aan kabels door ankers t.h.v. vaargeulen zal worden vermeden door het leggen van de kabel in de vaargeul op een gepaste diepte. Bovendien wordt het kabeltracé jaarlijks gemonitord, om een eventueel vrijkomen van de kabel tegen te gaan. In (BMM, 2007) wordt een literatuurbron vermeld waarbij kabels bloot zouden komen liggen na 6-18 jaar bij een kabeldiepte van 1,8 m door zandgolven die migreren aan een snelheid van 1-3 m per jaar. De voorgestelde jaarlijkse frequentie lijkt dus afdoende.

Een mogelijk effect door lokale erosie waarbij de kabels als obstructie op de zeebodem optreden, wordt daarom als gering negatief beoordeeld.

Hier bestaat één uitzondering op nl. het overkruisen van andere (pijp)leidingen (onderkruisen is technisch niet haalbaar). In dit geval bestaat de kans dat de geplande kabeldiepte niet gehaald wordt en dat door lokale erosie een ondiepe kabel bloot komt te liggen.

## **B. Uitgebreide concessiegebied**

De dimensies van de funderingen bij het uitgebreide concessiegebied zijn voor de diverse funderingstypes exact dezelfde, net als de dimensies en concepten van de voorgestelde erosiebeschermingen per type. Enkel het aantal funderingen zal bij het uitgebreide concessiegebied groter zijn.

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

## **EFFECTEN OP DE BODEMKWALITEIT**

### **A. Oorspronkelijke concessiegebied**

Net zoals bij de inrichtingsfase, is er geen enkele aanleiding dat de exploitatie zal leiden tot verontreiniging van de bodem.

### **B. Uitgebreide concessiegebied**

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

### **4.1.3.3 Ontmantelingsfase**

#### **INVLOED OP DE GEOLOGIE**

##### **A. Oorspronkelijke concessiegebied**

###### Verwijdering van de funderingen

Bij een monopile of multipode-jacketstructuur zullen geen bijkomende effecten op de geologische bouw van de betreffende bodempakketten optreden gezien betreffende funderingen deels blijven zitten.

Bij gravitaire funderingen wordt alles weggehaald en blijft, per turbine, een put over. Ook hier zullen geen bijkomende effecten optreden ten aanzichte van de constructie- en exploitatiefase.

###### Verwijdering van de erosiebescherming

De keuze over het al dan niet verwijderen van de erosiebescherming zal op het einde van de exploitatie bepaald worden.

Het enige effect op de geologische bouw in de afbraakfase is het al dan niet weghalen van het erosiebeschermingsmateriaal. Bij het verwijderen ervan wordt de oorspronkelijke geologische bouw hersteld. Het laten zitten ervan creëert een blijvend geologisch artefact per turbinelocatie op de BZN.

##### **B. Uitgebreide concessiegebied**

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

#### **INVLOED OP DE MORFODYNAMIEK VAN HET VOLLEDIGE GEBIED**

##### **A. Oorspronkelijke concessiegebied**

###### Verwijdering van de funderingen

Het verwijderen van de paalfunderingen heeft geen effect op de morfodynamiek. Indien de put die ontstaat door de paalfundering tot ca. 2 m onder de zeebodem af te snijden, zich verder zou ontwikkelen door lokale erosie, wordt voorgesteld deze put op te vullen met zand of erosiebeschermingsmateriaal.

Voor de put ontstaan door de verwijdering van de graviteitsfundering wordt eveneens voorgesteld deze op te vullen met zand, indien deze uitgraving zich verder zou ontwikkelen door lokale erosie (in het geval dat het aanwezige erosiebeschermingsmateriaal blijft liggen). Indien het beschermingsmateriaal allemaal verwijderd wordt, treedt ter hoogte van de weggehaalde fundering hetzelfde effect op als ter hoogte van de erosiebescherming (zie verder).

###### Verwijdering van de erosiebescherming

De keuze over het al dan niet verwijderen van de erosiebescherming zal op het einde van de exploitatie bepaald worden.

Indien de bescherming niet verwijderd wordt, treden er tijdens de afbraakfase geen effecten meer op die zich niet al gemanifesteerd hebben tijdens de exploitatiefase. Hoogstwaarschijnlijk is de breuksteen al bedekt met zandig materiaal waarin zich, afhankelijk van de dikte, enig substraat gevormd heeft.

Indien de bescherming verwijderd wordt, zal er in essentie een put ontstaan met een diepte van 1,6 m ter hoogte van elke fundering. Het herstelgedrag van dergelijke putten verloopt trager dan voor ondiepe baggersleuven. Door residuele stromingen in de Noordzee migreren putten aan een snelheid van 2-9 m per jaar, in de dominante stromingsrichting. Bij symmetrische getijden, zonder dominante stromingsrichting, is de migratie in de richting van de ebstroom (Dufour, 2004).

Ter vergelijking: het verdwijnen van baggersporen in gebieden met een relatief lage golfexpositie en gereduceerde getijstromingen kan tussen de 3 en 7 jaar duren (Kenny & Rees, 1996; Essink, 1998). In dynamische gebieden met meer mobiele zandsedimenten zoals de subtidale zandbanken op het BDNZ zouden de sporen verdwenen zijn in minder dan één jaar. Toch moet volgens Seys (2003) eerder gedacht worden aan een volledige herstelperiode van 4 jaar, des te meer om tegemoet te komen aan enig ecologisch herstel. Een dergelijke opvullingsperiode wordt ook opgetekend voor ontginning in de Waddenzee (bron: MAGIS webpagina). Op de Kwintebank echter worden baggersporen reeds na drie maanden niet meer teruggevonden wegens opvullen met sediment in beweging (m.m. W. Bonne). Ook hier zal de opvullingsnelheid echter verschillen van de diepte.

Het herstel van de funderingsputten is in ruimte en tijd niet in te schatten. De beste benadering kan gevonden worden door toepassing van aangepaste modelleringstechnieken zoals in Nederland toegepast (Roos, 2004).

### Verwijdering van de kabels

De keuze over het al dan niet verwijderen van de kabels zal later bepaald worden. Indien de kabels verwijderd worden, treden niet-significante effecten op vergelijkbaar met de effecten die optreden tijdens de constructiefase. Indien de kabels niet verwijderd worden, treden er geen effecten op.

## **B. Uitgebreide concessiegebied**

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

## **EFFECTEN OP DE BODEMKWALITEIT**

### **A. Oorspronkelijke concessiegebied**

Net zoals bij de inrichtingsfase, is er geen enkele aanleiding dat de exploitatie zal leiden tot verontreiniging van de bodem.

### **B. Uitgebreide concessiegebied**

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

#### **4.1.4 Leemten in de kennis**

Er is op dit moment onvoldoende kennis omtrent de sedimentdynamiek op de Bank Zonder Naam. Dit kennishiaat zal deels kunnen aangevuld worden, enerzijds door bijkomende numerieke modellering door de BMM voor de Bank Zonder Naam, anderzijds uit een vergelijking in de toekomst van de reeds uitgevoerde numerieke modelleringen door de BMM voor de Thorntonbank en de Bligh Bank met de morfologische opmetingen in het kader van het monitoringprogramma voor respectievelijk het C-Power en het Belwind-windturbinepark.

Het verdient aanbeveling om voor realisatie, indien gekozen wordt voor een gravitaire fundering, modelproeven uit te voeren omtrent de erosie van een windturbine met gravitaire fundering, om het technisch ontwerp van de erosiebescherming te verfijnen.

#### **4.1.5 Mitigerende maatregelen**

Er moet aandacht geschonken worden aan een goede afstemming in de tijd tussen het aanbrengen van de fundering en het aanbrengen van de steenbestorting. Dit voorkomt immers erosie en leidt tot een minimaal gebruik van steenbestorting.

Op het kabeltracé moet bij overkruisingen van andere leidingen, waarbij de minimale aanlegdiepte niet kan behaald worden, een extra bescherming aangebracht worden. Dit kan geschieden met dezelfde breuksteen die aangewend wordt voor de erosiebescherming op het turbinepark.

#### **4.1.6 Monitoring**

Gezien verwacht wordt dat in de komende jaren verschillende windturbineparken worden gerealiseerd binnen de afgebakende windconcessiezone (KB 17/05/2004) is een afstemming tussen de verschillende monitoringsprogramma's aangewezen.

Voor het C-Power project, waarbij in 2008 met de installatie zal kunnen worden begonnen, is reeds een monitoringprogramma vastgesteld, net zoals voor het Belwind project op de Bligh Bank. Het monitoringprogramma voor het windturbinepark op de Bank Zonder Naam zal hierbij kunnen aansluiten. Zo is voorzien dat een monitoringsonderdeel waarvan mag worden verwacht dat de resultaten representatief kunnen zijn voor meerdere windturbineparken, niet bij andere windturbineparken wordt herhaald. Waar dit opportuun is kunnen ter vergelijking steekproeven worden uitgevoerd.

De in dit hoofdstuk beschreven monitoringresultaten kunnen worden verkregen met de aanpak zoals die reeds voor C-Power is vastgesteld (BMM, 2004) en (BMM, 2006a) alsook voor Belwind (BMM, 2007c). Dit betekent dat met het monitoringprogramma:

- de evolutie van de erosie en morfologie rond de turbines wordt gemeten;
- de ingravingsdiepte van de hoofdkabel naar land wordt bewaakt;
- de bewegingen van het gestorte zand wordt opgemeten in het geval van gravitaire funderingen;
- voor de werken wordt een bodemonderzoek (boringen, korrelgrootte, ...) wordt uitgevoerd;

Voor de frequentie, technieken, etc. wordt dan ook verwezen naar bovenstaande referenties, de monitoringprogramma's voorgesteld door BMM voor de C-Power en Belwind windturbineparken.

## **4.2 WATER**

### **4.2.1 Referentiesituatie**

#### **4.2.1.1 Hydrografie en hydrodynamica**

Een globale beschrijving van de hydrografie van de Noordzee wordt teruggevonden in (Ecolas, 2006).

### **WATERHOOGTEN**

In het projectgebied worden gemiddelde waterdiepten vastgesteld tussen 17 en 20 m in het oorspronkelijke concessiegebied, in de uitgebreide concessiezone kan dit oplopen tot 32 m. De waterhoogte in het projectgebied zal variëren door het getij (laag bij eb, hoog bij vloed) alsook onder invloed van de golfwerking door de wind.

### **GOLFHOOGTEN**

De windgolven worden beschreven in termen van karakteristieke golfhoogtes en karakteristieke golfperiodes. De hoogste golven in de Noordzee vindt men terug bij noord tot noordwestelijk wind. De golfhoogte is het verschil in hoogte tussen een golfkam en het daaropvolgende golfdal. De golfhoogtes zijn sterk afhankelijk van de bodemmorfologische verschillen op het Belgisch Deel van de Noordzee (BDNZ).

De golfperiode is het verschil in tijd tussen twee opeenvolgende tijdstippen waarop de gemiddelde golfhoogte wordt bereikt. De gemiddelde golfperiode ligt meestal tussen 3 en 6 s (BMM, 2007c).

Hydrodynamische modellering voor de Noordzee resulteert in een maximale (retourperiode 50 jaar) stijging in waterdiepte door de golfwerking van ongeveer 250 cm. Maximale golfhoogtes (retourperiode 50 jaar) bedragen ongeveer 12 m, overeenkomend met een golfperiode van ongeveer 12 s (OSPAR, 2000a). De dichtstbijgelegen metingen op het BDNZ (Akkaert Zuid, Goote Bank ten ZW van de Bank zonder Naam, NB 51° 25' 59" OL 02° 48' 09") geven op basis van metingen tussen 1977 en 2002 maximale significante golfhoogten tussen 6 en 7 m aan (Meetnet Vlaamse Banken, 2007). Op de Schouwenbank (bank voor de Nederlandse kust) wordt een significante golfhoogte van 3 m slechts in 1,5 % van de tijd overschreden (BMM, 2007c).

### **GETIJ**

De resulterende halfdagelijkse eb- en vloedcyclus voor de Belgische kust veroorzaakt een variatie in waterdiepte die meer dan 5 m kan bedragen (OSPAR; 2000a).

### **STROMING**

De stroming van het Noordzeewater wordt dus enerzijds veroorzaakt door de getijdenwerking (dominerende component), anderzijds door windeffecten of eventueel dichtheidverschillen. De oscillerende werking van het getij veroorzaakt een netto residuele stroming die de helft van de waterstroming in de Noordzee voor zijn rekening neemt. De meest extreme situaties (grote stroomsnelheden en extreme waterniveaus) ontstaan wanneer een storm samenvalt met een springtij.

Op basis van een uittreksel van de hydrodynamische modelleringsresultaten (frequentiedistributie van stroomsnelheden op verschillende plaatsen op het BCP, modelgrid 750 m \* 750 m) blijkt dat voor

modelpunten in de buurt van de Bank Zonder Naam de residuele gemiddelde (oppervlakkige) watersnelheid ongeveer 0,55 m/s bedraagt (BMM, 2007a). De gemiddelde snelheid en maximale snelheden liggen iets hoger aan de ZW-zijde van de bank. De optredende snelheden bevinden zich grotendeels in het spectrum tussen 0,25 en 0,75 m/s.

**Figuur 4.2.1: Ligging van modelpunten t.h.v. de Bank Zonder Naam (BMM, 2007a)**

**Figuur 4.2.2: Frequentiedistributie van stroomsnelheden t.h.v. de Bank Zonder Naam (BMM, 2007a)**

Oppervlakkige stromingen zijn duidelijk getijde gebonden waarbij de (uit het ZW komende) vloedstroom domineert boven de ebstroom die uit het NO komt. De stroming komt, gedreven door de getijdenwerking en overheersende winden, ter hoogte van het projectgebied hoofdzakelijk uit het ZW en daarnaast ook uit het NO tot NOO. Er wordt geen significant verschil in richting vastgesteld tussen de verschillende modelpunten.

**Figuur 4.2.3: Frequentiedistributie van richtingen waaruit de stroming komt t.h.v. de Bank Zonder Naam (BMM, 2007a)**

**INFORMATIE VOOR DE THORNTONBANK**

In het kader van de monitoring voor het C-Power windturbinepark werd door het BMM een numerieke modellering uitgevoerd van hydrodynamica en sedimenttransport t.h.v. de Thorntonbank (BMM, 2006b). Gezien de gelijkaardige oriëntatie en ligging van de Thorntonbank vlakbij de Bank Zonder Naam, is het nuttig om deze recente resultaten mee te geven.

Stromingen in het gebied variëren tussen 0,2 en 0,8 m/s. Stromingsellipsen (dit zijn de contouren rond de stromingsvectoren over een getijde) zijn meer cirkelvormig op de bank terwijl ze in de geulen meer langwerpig zijn met hogere eb- en vloedstromingen en lagere stromingen tijdens de kentering.

Gemiddelde stromingssnelheden zijn het hoogst op de top van de zandbank (0,57 m/s). Maximale stroomsnelheden blijven beperkt tot 1,0 m/s en zijn het hoogst in de geulen, vooral ten zuiden van de zandbank.

Residuele stromingen zijn naar het NO gericht (richting de Nederlandse wateren).

Gemiddelde golfhoogtes bedragen 1 m, terwijl maximale golfhoogtes tot 3,4 m voorkomen. Golfhoogtes nemen toe in de richting van open zee.

**INFORMATIE VOOR DE BLIGH BANK**

In het kader van de MEB voor het Belwind windturbinepark werd recent door het BMM een numerieke modellering uitgevoerd van hydrodynamica en sedimenttransport t.h.v. de Thorntonbank (BMM, 2007c). Gezien de ligging van de Bligh bank vlakbij de Bank Zonder Naam, is het nuttig om deze recente resultaten mee te geven.

Stromingen in het gebied variëren tussen 0,2 en 1,0 m/s. Gemiddelde stromingssnelheden blijken iets hoger op de zandbank dan in de geulen. Meer informatie is beschikbaar bij de BMM.

#### **4.2.1.2    Temperatuur, saliniteit en chemische karakterisering van het zeewater**

Voor een uitgebreidere beschrijving van deze paragraaf wordt verwezen naar (Ecolas, 2003). Hieronder worden enkel de conclusies weergegeven, aangevuld met recentere informatie.

De gemiddelde **watertemperatuur** in het BDNZ (Belgisch Deel van de Noordzee) is ongeveer 11 °C. Er treden seizoenale variaties op met een grootte-orde van 8 à 9 °C ten opzichte van de gemiddelde temperatuur. Van oktober tot maart is de temperatuur van het water hoger aan de bodem dan aan het wateroppervlak (maximaal 0,6 °C), maar vanaf maart wordt het wateroppervlak warmer dan de waterkolom t.h.v. de zeebodem door de stijgende luchttemperaturen.

De **saliniteit** in het BDNZ bedraagt ongeveer 31-35 g/kg (Ospar, 2000a). Er is een lichte seizoenale variatie door de invloed van de riviertoevoer. De saliniteit aan het wateroppervlak is hoger en constanter (32 ppt) dan aan de zeebodem (25 tot 31 ppt).

Een gedetailleerde beschrijving van de samenstelling van oceaanwater is beschikbaar in Postma (1990). De grootste concentraties aan **zware metalen** worden teruggevonden ter hoogte van de Scheldemonding (Ospar, 2000b). Men kan voor de Bank Zonder Naam aannemen dat de natuurlijke concentraties relatief laag zijn. Uit Ospar (2000a) haalt men de volgende richtwaarden voor open zee (niet specifiek voor de Noordzee): cadmium 10-50 ng/l, kwik 0,1-2 ng/l, lood 50-60 ng/l, koper 600-700 ng/l. In de BMDC databank (BMM, 2007b) werden voor deze metalen geen specifieke waarden voor de Noordzee teruggevonden. Voor koper liggen deze concentraties boven de EAC-waarde, de waarde waarbij geen schade ten opzichte van het milieu of biota wordt verwacht. Koper is echter een essentieel element voor de normale groei en ontwikkeling van organismen.

De belangrijkste organotinverbinding is **tributyltin** (TBT). Het is een biocide dat in het aquatische milieu als "antifouling" gebruikt wordt. De concentratie tributyltin offshore bedraagt <1 ng/l. De waarde in frequent gebruikte vaarroutes ligt opmerkelijk hoger en kan oplopen tot ca. 100 ng/l (OSPAR, 2000b). In de BMDC databank (BMM, 2007b) werd voor TBT geen specifieke recente waarde voor de Noordzee teruggevonden. Het gebruik van TBT is reeds verboden voor vaste structuren die zich volledig of gedeeltelijk onder water bevinden en vanaf 2008 mogen deze producten op geen enkel schip meer voorkomen.

De belangrijkste persistente **organische componenten** zijn PCB's en PAK's. Door hun lage oplosbaarheid is de concentratie in het water meestal laag en bovendien moeilijk te detecteren.

Bunkerolie en smeerolie zijn de belangrijkste bronnen van **olievervuiling** in de Noordzee. De olielozing afkomstig van boringen voor de offshore olie- en gasindustrie is over de laatste 10 jaar sterk gereduceerd (tot meer dan 80 %). Deze afname is vooral het gevolg van een vervanging van oliegebaseerde boorkleien naar boorkleien die op water gebaseerd zijn.

**Nutriënten** (N, P, Si) spelen een heel belangrijke rol in aquatische ecosystemen omdat ze aan de basis liggen van de primaire productiviteit. De zones die sterk beïnvloed zijn door menselijke activiteiten worden gekenmerkt door hoge nutriëntenconcentraties en afwijkende nutriëntratio's. De menselijke invloed op de nutriëntenbalans is voornamelijk merkbaar ter hoogte van de kustzone en minder detecteerbaar ter hoogte van de zandbanken. De aanvoer van stikstof in het marien milieu kan op twee manieren plaatsvinden: via het water en via de atmosfeer. 65-80 % van de nutriënten input van stikstof in de Noordzee gebeurt via de rivieren. Voor fosfor bedraagt dit zelfs 80-85 % (OSPAR, 2000b). De nutriëntenconcentratie is tijdens de winter hoger dan tijdens de zomer. Dit is het gevolg van de natuurlijke verhoogde periodieke algenontwikkeling (primaire productie) in de lente en zomer.



### 4.2.1.3 Turbiditeit

De turbiditeit of helderheid van het zeewater wordt bepaald door de hoeveelheid zwevend (in suspensie) materiaal in het water. De lichtinval is sterk gecorreleerd met de hoeveelheid zwevend materiaal en fytoplankton in de waterkolom.

Volgens satellietbeelden, die de hoeveelheid zwevend stof in de bovenste waterlaag meten, is er een duidelijke ruimtelijke variatie in concentraties met een afname van de Belgische kust naar de zee toe. In het gebied van de Vlaamse Banken is er altijd een geringere concentratie ( $< 10$  mg/l) (Lauwaert *et al.*, 2004) dan ter hoogte van de kust (bijvoorbeeld Zeebrugge, waar de hoogste concentraties voorkomen) omwille van het zandige sediment: gemodelleerde suspensieconcentraties (tijgemiddelde voor 1 m/s) ter hoogte van de banken geven ongeveer 10 tot 50 mg/l t.o.v. 250 mg/l nabij de havenmond van Zeebrugge (Lanckneus *et al.*, 2001). Specifieke informatie voor de Bank Zonder Naam werd niet teruggevonden, maar er kan worden aangenomen dat gemiddelde concentraties zeker lager dan 10 mg/l bedragen.

Bij storm kunnen de maximumconcentraties tot 15 maal hoger liggen dan bij goed weer, voor hetzelfde getijde. Zo worden concentraties tot 15 g/l opgemeten (1/3 zand) nabij de bodem. Het zand sedimenteert snel, maar het silt blijft enkele uren in suspensie. Offshore liggen de maximale concentraties eerder rond 300 mg/l maar ze treden slechts occasioneel op (Fettweis *et al.*, 2005). Maximale turbiditeit treedt klassiek op met een tijdsverschil t.o.v. de maximale snelheid, omdat het materiaal tijd nodig heeft om zich te verspreiden over de waterkolom.

Concentraties zijn normaliter lager in lente en zomer dan in winter en herfst, voornamelijk door de variatie van toevoer via de Straat van Dover, meer storm in de winter en een snellere bezinkingssnelheid van sedimentvlokken bij hogere temperatuur (Fettweis *et al.*, 2005).

Netto transport van gesuspendeerd materiaal voor het BDNZ bedraagt ongeveer 15 miljoen ton op jaarbasis (maximaal tijdens de winter). Dit materiaal wordt aangevoerd vanuit de straat van Dover (ongeveer 22 miljoen ton) in het zuidelijk deel van de Noordzee en verspreidt zich vervolgens. Het transport concentreert zich wel langsheen de kustlijn en is beduidend minder offshore.

### 4.2.2 Autonome ontwikkeling

Door de **klimaatverandering** zullen veranderingen optreden in de stromingskarakteristieken en in de chemische eigenschappen van het zeewater. Zelfs op de termijn van de exploitatie-periode zullen al veranderingen merkbaar zijn. Zo wordt bijvoorbeeld een algemene zeespiegelstijging ten gevolge van het broeikas effect verwacht van maximum 0,9 m in de periode 1990-2100.

Naast veranderingen in de algemene, gemiddelde waarden van bijvoorbeeld zeespiegel, temperatuur, etc. wordt er een toename verwacht in de extreme klimaatsgebeurtenissen. Zo zal een toename van extreme stormen zeer zeker een invloed hebben op de sedimentdynamiek aangezien sedimenttransport in grote mate plaatsvindt tijdens extreme hydraulische condities.

Op dit moment heerst er nog veel onzekerheid over de kwantificering van de invloeden van klimaatverandering op het mariene milieu, zeker op de schaalgrootte van het BDNZ. Bovendien zijn de effecten geïnduceerd door klimaatverandering niet altijd te scheiden van effecten tengevolge van andere (menselijke) invloeden. Daarom werden recent door het Federaal Wetenschapsbeleid een aantal onderzoeksprojecten opgestart (Climar, Quest4D, Amore III) die een antwoord zullen bieden op de invloed van de klimaatverandering op onder meer stromingskarakteristieken, sedimenttransport, temperatuur, nutriëntenbalans en ecologie ter hoogte van het BDNZ.

Verder kan verwacht worden dat de **antropogene invloed op de waterkwaliteit** in het mariene milieu verder zal dalen. Bijvoorbeeld zouden de concentraties aan TBT, zware metalen, nutriëntentoevoer

via rivier, etc. een positieve dalende trend moeten tonen in de toekomst. Deze trend is voornamelijk het gevolg van een stringenter wetgeving en beleidsmaatregelen (vb. verbod op gebruik TBT, Kaderrichtlijn Water, mestactieplan, etc.). Voor een uitvoeriger beschrijving per parameter kan verwezen worden naar (Ecolas, 2006).

Er zijn geen **andere mariene activiteiten** (windturbineparken op andere banken, zandwinning, transport, dumpen van baggerspecie, ...) op het BDNZ waarvan een effect in de toekomst kan verwacht worden op de Bank Zonder Naam en het windturbinepark dat daar zou gebouwd worden. In bijzonder kan gesteld worden dat er geen invloed is van het C-Power windturbinepark (Thorntonbank) en het Belwind windturbinepark (Bligh Bank):

- De bouw en exploitatie van beide parken zal geen invloed veroorzaken op de hydrografie en de hydrodynamica in het gebied "Bank Zonder Naam".
- De bouw en exploitatie van beide parken zal geen invloed veroorzaken op de temperatuur, saliniteit en chemische karakterisering van het zeewater in het gebied "Bank Zonder Naam".
- De bouw van beide parken zal een tijdelijke turbiditeitsverhoging veroorzaken met een invloedssfeer die niet reikt tot aan de Bank Zonder Naam.

### 4.2.3 Effecten

#### 4.2.3.1 Inrichtingsfase

## HYDRODYNAMICA

### A. Oorspronkelijke concessiegebied

Tijdens de inrichtingsfase – zowel voor de plaatsing van de kabels als van de windturbines - treden geen effecten op de hydrodynamica op, ongeacht het type fundering. De effecten op stromingen en golven zijn zeer lokaal en verwaarloosbaar (BMM, 2007c).

### B. Uitgebreide concessiegebied

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

## WATERKWALITEIT

### A. Oorspronkelijke concessiegebied

Bij het baggeren/jetting voor de plaatsing van de kabel en bij het plaatsen van de fundering (voornamelijk bij de graviteitsfundering) kunnen zware metalen vrijkomen uit het sediment. Er wordt aangenomen dat enkel de bovenste laag van de zeebodem zware metalen bevat (Phua *et al.*, 2004). Gezien er voornamelijk grovere sedimenten verwijderd worden met een laag percentage aan fijn materiaal en lage concentraties aan zware metalen, kan dit als een niet-significant effect beschouwd worden.

Analoog als voor zware metalen, is de potentiële impact van het vrijkomen van organische pollutanten uit de bovenste sedimentlaag tijdens de inrichting vrij gering (0/-), gezien er voornamelijk zand geëxtraheerd wordt met een laag percentage aan fijne deeltjes en organisch materiaal.

Aangezien de Noordzee aangeduid is als een speciale zone (volgens MARPOL 73/78) voor afval sinds 1991 en voor olie sinds 1999 kan deze activiteit gezien het wettelijk verbod op lozen van afval en olie

(door schepen groter dan 400 ton) niet leiden tot lozingen van afval of olie. Het baggeren kan een kleine tijdelijke toename van nutriënten in de waterkolom veroorzaken.

De aangroeiwerende verf die wordt aangebracht op de schepen gebruikt tijdens de inrichtingsfase is TBT-vrij. Het is immers vanaf 1 januari 2003 wereldwijd verboden om TBT nog op schepen te gebruiken en vanaf 1 januari 2008 moet alle TBT van de scheepsrompen verwijderd zijn. Op temperatuur, opgeloste zuurstof, saliniteit wordt geen invloed verwacht.

## **B. Uitgebreide concessiegebied**

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

## **TURBIDITEIT**

### **A. Oorspronkelijke concessiegebied**

#### Aanleg funderingen

Tijdens de constructie van de fundering zal een lokale verhoging van de turbiditeit kunnen vastgesteld worden, zowel bij het inheien van palen (monopaal, multipode-jacketstructuur) als bij het baggeren en terugstorten van zand (gravitaire fundering). Normaliter zal er gewerkt worden bij rustige (weinig stroming) weersomstandigheden, waardoor kan verondersteld worden dat de natuurlijke turbiditeit laag is. Dit betekent eveneens dat de bezinking van het opgewoelde sediment relatief snel zal optreden en in een geringe straal rondom de activiteiten. Voor de bouw van het windturbinepark op de Bligh Bank verwacht men dat de verhoging van de turbiditeit beperkt zal blijven in tijd en ruimte (BMM, 2007c).

Op de Bank Zonder Naam bevindt zich in hoofdzaak een zandige bodem (zie ook hoofdstuk bodem), een sediment met relatief grote korrelverdeling, waardoor gravitaire krachten het zand relatief snel terug doen uitzinken. De gemiddelde korreldiameter is ongeveer 300-350  $\mu\text{m}$  en de siltfractie ( $< 63 \mu\text{m}$ ) is niet groter dan 1 %. Voor een waterdiepte van ongeveer 20 m betekent dat zand opgewoeld tot aan het oppervlakte een bezinkingstijd heeft (bij relatief rustige stromingsomstandigheden vb. gemiddelde stromingssnelheid van 0,5 m) van kleiner dan 10 minuten en zal bezinken in de richting van de overheersende stroming binnen een straal kleiner dan 250 m.

Het is wel duidelijk dat het inheien van palen (monopile, multipode-jacketstructuur) een lagere impact zal hebben op de verhoging van de turbiditeit dan het baggeren (gravitaire), omwille van enerzijds het geringe volume aan zand dat in het proces betrokken wordt en anderzijds omwille van het feit dat er bij baggeren niet alleen zand wordt opgewoeld op de bodem, maar ook zand terug in de waterkolom wordt gebracht vanaf het schip. De gravitaire fundering zal relatief meer turbiditeit doen ontstaan tijdens de constructie- en exploitatiefase dan een palentype (BMM, 2006a).

In (Ecolas, 2006) wordt vermeld dat het begroten van de maximale concentraties aan gesuspendeerd sediment in de waterkolom omwille van de constructiewerken een zeer moeilijke opdracht is, omdat het een zeer turbulent en driedimensionaal proces is.

- Modelleringen voor een Deens project (DHI, 1999) vermelden een concentratie  $> 10 \text{ mg/l}$  gedurende 20 % van de tijd, dit bij de aanleg van een funderingsplaat en een worst-case veronderstelling van 3% verlies aan baggerslib (dat voor turbiditeit zorgt) dat volledig aan de wateroppervlakte wordt geïnjecteerd. In een gebied van ongeveer 7  $\text{km}^2$  rond de baggerlocatie vond men 50 % van de tijd concentraties terug  $> 2 \text{ mg/l}$ . Zelfs in dit "worst-case scenario", voor partikels met een kleinere  $D_{50}$  dan op de Bank Zonder Naam, wordt de toename van partikels in suspensie als niet significant in vergelijking met de natuurlijke concentratie beoordeeld.

- Berekeningen uitgevoerd tijdens de opmaak van (Ecolas, 2003) vermelden maximale concentraties tijdens stormweer van 80 mg/l voor zand met  $D_{50} = 300 \mu\text{m}$  tot 200 mg/l bij zand met  $D_{50} = 100 \mu\text{m}$ .
- (Ecolas, 2006) vermeldt nog een aantal literatuurbronnen die ingaan op concentraties optredend bij baggeractiviteiten, in bijzonder omwille van de oppervlakkige sedimentwolk die ontstaat door de overlaat van sediment en water vanuit een hopperzuiger. Interessant is o.a. de variatie van de invloedsstraal in functie van de korrelgrootte van het sediment (11 km voor fijn slib, 5 km voor fijn zand, 1 km voor medium zand).
- (BMM, 2006a) haalt aan dat recent onderzoek heeft aangewezen dat turbiditeitsverhogingen beperkt blijven tot 3%.
- Concentraties aan gesuspendeerd materiaal tijdens de constructie-activiteiten zullen dus ten hoogste in dezelfde grootte-orde liggen als natuurlijke concentraties bij stormweer.

De constructie van de fundering zal, voor elke uitvoeringswijze en type fundering, een lokale en tijdelijke verhoging van de turbiditeit veroorzaken met, in vergelijking met turbiditeitsconcentraties die van nature optreden tijdens stromen, een verwaarloosbaar effect (0/-).

### Aanleg kabels

De parkkabels (kabels binnen het windturbinepark) worden in de bodem ingegraven, om beschadiging te voorkomen. Het trekken van een sleuf wordt technisch uitgevoerd ofwel door ploegen, ofwel door "jetting" (via hoge drukstraal). De totale lengte aan parkkabel bedraagt ongeveer 30 (oorspronkelijke gebied) - 45 km (uitgebreide gebied). De bedekking met zand (minimum 1 m diep) gebeurt onmiddellijk na het inleggen van de kabel, zodat sleuftrekken, kabel inleggen en bedekken in feite 1 beweging is.

De landkabel (kabel vanaf het windturbinepark naar het vasteland) bestaat uit één kabel. De aanlanding zal gebeuren in het onderstation van Zeebrugge (42,8 km). Deze landkabel wordt iets dieper geplaatst, hetzij 2 meter diep buiten de vaarzones op een analoge technische uitvoeringsmanier als bij de parkkabels, hetzij circa 4 meter diep ter hoogte van de kruising met de zeevaartroutes waarbij moet gebaggerd worden. De exacte aanlegdiepte bij de kruising van vaarroutes zal ten gepaste tijde bepaald worden rekening houdend met de geldende regelgeving en tevens met eventuele te verwachten verdiepingen van de vaargeul.

Het aanleggen van deze kabels zal een tijdelijke verhoging van de turbiditeit veroorzaken. Voornamelijk zand wordt opgewoeld, waardoor de straal waarbinnen het sediment terug bezinkt vrij gering zal zijn. Deze verhoging zal groter zijn bij de aanleg van de landkabel, enerzijds omwille van de grotere diepte (meer zand in beweging), anderzijds omwille van de andere uitvoeringstechniek (het baggeren in de vaargeulen zal meer turbiditeit veroorzaken). (BMM, 2004) haalt bovendien aan dat bij het ploegen of jetten van de landkabel in de zone dicht bij de kust nieuw fijn tot gemiddeld korrelig sediment in suspensie wordt gebracht omdat daar slibrijke fracties in de bodem aanwezig zijn. Aangezien dit tevens de zone is waar van nature een hoger turbiditeitsmaximum heerst, is de impact van de werken verwaarloosbaar. (BMM, 2007c) vermeldt een literatuurbron (op basis van een numeriek model) die een depositie berekent van 1-5 mm in een zone van enkele honderden meters rond de kabel, met een depositie van 20 mm dicht tegen de kabel.

Een zeer uitgebreide en recente literatuurstudie omtrent de milieu-impact van het leggen van kabels (oa. Verhoging turbiditeit) is terug te vinden in (Berr, 2008). Voor een windturbinepark (Norfolk) wordt bijvoorbeeld berekend dat de impactzone bij kabellegging varieert tussen 200 m van de kabel (met kleine depositiedikten van enkele mm) tot 20 m van de kabel (met deposities van ongeveer 10 mm) afhankelijk van de stromingscondities (aanname dat alle geploegde materiaal in suspensie komt). De achtergrondconcentraties aan turbiditeit zouden voor de gehele range slechts enkele percentages toenemen. Voor een ander park (Sheringham) werd gemodelleerd dat (bij ploegen van een kabel) de additionele concentraties terugvallen tot minder dan 1 mg/l binnen de eb- of vloedcyclus met een

maximale invloedszone van 9 km. Men besluit dat de impact van ploegen op turbiditeit zeer kort en lokaal is, maar dat over andere technieken (jetting, cutting, etc.) weinig data voorhanden is.

De impact (verhoging van de turbiditeit) wordt – voor beide uitvoeringswijzen – als zeer tijdelijk en lokaal beoordeeld (0/-). Gezien de geringe dimensies van de kabelsleuf en in vergelijking met natuurlijke dynamiek wordt de aanleg van de kabels als een proces beschouwd met een verwaarloosbare impact op de turbiditeit, zie ook o.a. (Ecolas, 2006). Er wordt geen langere termijneffect verwacht.

## **B. Uitgebreide concessiegebied**

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

### **4.2.3.2 Exploitatiefase**

## **HYDRODYNAMICA**

### **A. Oorspronkelijke concessiegebied**

De ondergronds geplaatste kabels hebben geen invloed op de stroming.

Voor de windturbines wordt in (Ecolas, 2003) en (Ecolas, 2006) uitvoerig ingegaan op de invloed van een obstructie op de hydrodynamica. Het besluit uit beide studies kan hier overgenomen worden, in het bijzonder dat er geen significante invloed is van één windturbineconstructie op de stroming. Een windturbine in de zee veroorzaakt een geringe verandering van de stroomsnelheid aan weerszijden van de paal en turbulentie aan de lijzijde van de paal. Ook de golfwerking zal geen noemenswaardige verandering ondergaan door de aanwezigheid van een funderingsconstructie en bovenliggende windturbine. Bovendien is de invloedszone van een dergelijke obstructie op de stroming zo beperkt, dat er geen interferentie optreedt tussen de invloed van diverse palen op de stroming.

De invloed van een gravitaire fundering is door de grotere afmetingen weliswaar groter dan bij een paalfundering, maar nog steeds als niet-significant te bestempelen.

### **B. Uitgebreide concessiegebied**

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

## **WATERKWALITEIT**

### **A. Oorspronkelijke concessiegebied**

Er is geen langetermijn effect op de waterkwaliteit te verwachten. De kans op een accidentele lozing met acuut effect op de waterkwaliteit wordt als zeer gering beschouwd. Dit wordt hieronder voor een aantal polluenten nog iets verder gestaafd.

#### Olie

Het vrijkomen van olie vanuit de windturbine is vrijwel onmogelijk, zoals hieronder per onderdeel uitgelegd.

Zowel windturbines met als zonder tandwielkast vormen een mogelijkheid. Onder de tandwielkast, die ongeveer 800-1.000 liter olie bevat, is een lekbak voorzien in het geval van lekkende dichtingen.

Voor het hydraulische systeem, 200 à 300 liter hydraulische olie bevattend, is eveneens een lekbak voorzien. In het geval van breuk aan een leiding kan gedurende korte tijd olie vrijkomen in de gondel, maar die wordt opgevangen in de gondelbodem en bij een volgend onderhoud verwijderd.

Ter hoogte van laders en geleidingen is er ongeveer 200-300 kg vet aanwezig. Ook daar zorgen lekbakken voor verwijdering van overtollig vet.

De transformatoren, die zich in de gondel of in de voet van de turbine bevinden, zullen ofwel droog gekoeld ofwel met olie gekoeld worden. Indien gekozen wordt voor oliekoeling, worden de transformatoren geplaatst in een aangepaste inkuiping zodat emissie van olie onmogelijk is.

Bij een onderhoudsbeurt wordt overtollige olie (uit lekbakken) of verbruikte olie (bijvoorbeeld 5-jaarlijkse vervanging van olie van de tandwielkasten) verwijderd uit de windturbine.

### Aangroeiwerende verf

Aangezien er geen chemicaliën, zoals TBT, ingezet worden voor de beperking van de aangroei van de paal onder water, dient niet voor enige verontreiniging met TBT gevreesd te worden. Bij gravitaire funderingen wordt er geen aangroeiwerende verf gebruikt.

### Corrosiebescherming

De stalen mast wordt voorzien van meerlagige corrosiebescherming die aangebracht wordt op land. Deze bescherming bestaat uit een epoxy-coating geschikt voor toepassing in marien milieu met een hoog vast stof gehalte (glasvezel).

Bij een monopaal of multipode-fundering wordt een corrosiebescherming voorzien, ofwel een kunststoflaag, ofwel een Zn- of Al-laag met een meerlagige epoxy-coating erbovenop. Bovendien is er een kathodische bescherming met Al-opofferingsanodes. In (Ecolas, 2003) wordt berekend dat de vrijstelling van Al uit deze anodes verwaarloosbaar lage concentraties aan Al in het zeewater veroorzaakt.

Er is dus geen effect van de corrosiebescherming op de waterkwaliteit.

### Andere

Bij de eventuele vrijstelling van SF6 is geweten uit voorgaande projecten dat het gaat om zeer kleine hoeveelheden (BMM, 2007c).

## **B. Uitgebreide concessiegebied**

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

## **TURBIDITEIT**

### **A. Oorspronkelijke concessiegebied**

Op een niet-significante lokale turbiditeit na vlakbij de fundering door het opwoelen van zand vlakbij de bodem, veroorzaakt de activiteit geen effect op de turbiditeit tijdens de exploitatie, ongeacht het type fundering.

Ook de ondergrondse kabels hebben geen invloed op de turbiditeit. Enkel indien de kabel na verloop van tijd zou vrijkomen op een bepaalde plaats, kan lokaal een tijdelijke verhoging van de turbiditeit optreden bij het opnieuw begraven van de kabel.

#### **B. Uitgebreide concessiegebied**

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

### **4.2.3.3 Ontmantelingsfase**

#### **A. Oorspronkelijke concessiegebied**

De effecten tijdens de ontmantelingsfase (die bestaat uit het verwijderen van de palen en het eventuele verwijderen van de erosiebescherming en ondergrondse park- en landkabels) zullen gelijkaardig zijn als in de inrichtingsfase. Voor de meeste effecten zal de impact bovendien geringer zijn dan tijdens de inrichtingsfase.

#### **B. Uitgebreide concessiegebied**

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

### **4.2.4 Leemten in de kennis**

Er is geen gebiedsspecifieke informatie (specifiek voor de Bank Zonder Naam) omtrent de kwaliteit van de bodem, de waterkwaliteit. Er is echter geen enkele reden (omwille van bepaalde activiteiten) om aan te nemen dat de kwaliteit van bodem en water voor de Bank Zonder Naam sterk zou afwijken van de rest van het BDNZ. Gezien de geringe significantie van waterkwaliteitsaspecten verdient deze leemte dan ook weinig prioriteit.

### **4.2.5 Mitigerende maatregelen**

Als onderdeel van het globale veiligheidssysteem, dient er een duidelijke procedure beschikbaar te zijn die beschrijft op welke manier en door wie acties worden ondernomen op het moment dat er tijdens de inrichting, exploitatie of ontmanteling een calamiteit ontstaat met nadelige gevolgen voor de waterkwaliteit (vb. olielek).

### **4.2.6 Monitoring**

Voor, tijdens en na de werken kunnen metingen uitgevoerd worden van de waterhoogtes, stromingen en concentraties aan materiaal in suspensie (turbiditeit) op de bank zelf en op een referentiegebied. Voor de methoden, materiaal en periodiciteit van deze monitoring kan verwezen worden naar (BMM, 2004), (BMM, 2006) en (BMM, 2007c). Op deze manier kan een vergelijking gemaakt worden tussen natuurlijke omstandigheden en verhoogde turbiditeit door de werkzaamheden en exploitatie. Voor het Eldepasco project wordt met betrekking tot monitoring van bovengenoemde parameters bij het C-Power project en het Belwind Project aangesloten (zie paragraaf 1.2.1.4) om een kostenefficiënte monitoring te bekomen.

## 4.3 KLIMATOLOGISCHE FACTOREN

### 4.3.1 Methodologie

De referentiesituatie wordt beschreven op basis van beschikbare literatuurbronnen, gelijkaardige MER's (MER Offshore Windturbinepark Thorntonbank, Bligh Bank) en websites (o.a. [www.meteo.be](http://www.meteo.be)). De autonome ontwikkeling wordt besproken aan de hand van voorspellingen gebaseerd op de modellen van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Bij de bespreking van de impact van het windturbinepark wordt aandacht besteed aan de volgende effecten:

- impact op het globale klimaat door de reductie van de emissie van broeikasgassen;
- impact op het lokale windklimaat door de aanwezigheid van het windturbinepark;
- impact van de kabel op de temperatuur van het omringende sediment.

### 4.3.2 Referentiesituatie

België kent over het algemeen een gematigd zeeklimaat. Het zeeklimaat wordt gekenmerkt door vrij veel regen en wind en kleine temperatuursvariaties tussen de verschillende seizoenen. Het heeft een koele zomer en een zachte winter. Voor België schommelt de gemiddelde temperatuur de laatste 10 jaar (1998-2007) tussen 10,6 °C en 11,5 °C en de gemiddelde jaarlijkse neerslag schommelt sterker, met name tussen 671 en 1.089 mm.

Het gemiddelde aantal dagen met meetbare neerslag (ten minste 0,1 mm) schommelt tussen 157 en 224 dagen per jaar.

Aan de kust komt een echt zeeklimaat voor. Het gemiddelde temperatuurverschil tussen de warmste en de koudste maand is hier het kleinst (zomer 16,9 °C; winter 3 °C). Juli en augustus zijn gemiddeld de warmste maanden; januari en februari de koudste maanden.

In Figuur 4.3.1 en Figuur 4.3.2 worden de gemiddelde temperatuur en neerslag voor de periode 1883 - 2007 weergegeven voor Ukkel.

#### **Figuur 4.3.1: Gemiddelde temperatuur in Ukkel (België) voor de periode 1883 – 2007**

#### **Figuur 4.3.2: Gemiddelde neerslag in Ukkel (België) voor de periode 1883 – 2007**

De klimaatskarakteristieken die heersen aan land gelden in grote mate ook voor het klimaat ter hoogte van het geplande windturbinepark. Op zee is er echter gemiddeld een meer constant windklimaat en een hogere windsnelheid. Op 10 km van de kust kan de windsnelheid op zee 25 % hoger zijn dan aan de kust.

De windsnelheid is afhankelijk van de lokale terreinruwheid, en dus van de toestand van het onderliggende oppervlak. Op zee is de terreinruwheid afhankelijk van de golftoestand. De hoogte van de golven hangt vooral af van de sterkte van de wind, maar ook de duur van de inwerking van de wind op het wateroppervlak en de omvang en diepte van het water zijn van belang. De golfhoogte of de terreinruwheid, op een welbepaalde plaats, kan teruggebracht worden als een directe functie van de windsnelheid.

De windturbulentie zal ook langzaam toenemen voor windsnelheden boven 10 m/s. Voor locaties op zee is de afstand tot de kust bepalend voor de te verwachten gemiddelde windsnelheid. In de eerste 20 km vanaf de kust, stijgt de gemiddelde windsnelheid relatief snel met de afstand, en vanaf 20 km is deze toename klein (Van Hulle *et al.*, 2004).



Exacte windgegevens ter hoogte van de Bank Zonder Naam zijn niet voorradig. Om toch een beeld te krijgen van het windregime voor de Belgische-Nederlandse kust wordt gebruik gemaakt van een analyse op de windgegevens van 5 meetpalen voor de kust en offshore die in opdracht van C-Power door 3E werd uitgevoerd naar aanleiding van de bouw van een windturbinepark op de Thorntonbank. Omwille van de relatief korte afstand tussen de Thorntonbank en de Bank Zonder Naam, wordt de synthese van deze analyse die in het MER dat in opdracht van C-Power werd opgesteld voor dit windturbinepark<sup>7</sup>, ook in dit MER opgenomen. Er werden in deze analyse 5 meetstations geëvalueerd waarvan 1 zich bevindt langs de kust (Cadzand), drie op een afstand tussen 8 en 15 km tot de kust en één verder in zee op Westhinder (MOW7) zoals weergegeven op Figuur 4.3.3. Op basis van de windrozen voorgesteld in Figuur 4.3.4 t.e.m. Figuur 4.3.6 wordt de overheersende windrichting voor de Belgische-Nederlandse kust afgeleid als (W)ZW. Er is een klein verschil in windregime tussen de kustnabije en offshore meetpalen zoals weergegeven in de individuele windrozen. De overheersende windrichting aan de kust (Cadzand) is iets zuidelijker dan de windrichting op zee. De minst voorkomende windrichtingen zijn NW en ZO. In Figuur 4.3.7 wordt de frequentiedistributie van de windsnelheid gegeven voor de observatiepost op de Westhinder (MOW7).

**Figuur 4.3.3: Situering van de meetpalen (MER offshore windturbinepark Thorntonbank)**

**Figuur 4.3.4: Windroos met de gemiddelde frequentie van voorkomen van de windrichting (in %) in het meteostation van Cadzand, voor de periode maart 1991 tot mei 1998 (Bron 3E)**

**Figuur 4.3.5: Windroos met de gemiddelde frequentie van voorkomen van de windrichting (in %) voor MOW7, Westhinder, op 33 km van de kust, voor de periode maart 1994 tot september 2001 (Bron 3E)**

**Figuur 4.3.6: Windroos van de Nederlandse observatiepost op de Vlake van de Raan, 16 km van de kust, voor de periode november 1988-mei 1998 (Bron 3E)**

**Figuur 4.3.7: Frequentiedistributie van de windsnelheid voor MOW 7 (Bron 3E)**

De jaargemiddelden van de windsnelheid voor de 5 meetstations zijn weergegeven in Tabel 4.3.1. Algemeen kan gesteld worden dat er aan de kust een lagere windsnelheid gemeten wordt dan voor de meetstations in zee. De gemiddelde waarde bedraagt 7,7 m/s. De hoogste windsnelheid wordt gemeten op de meetpaal Westhinder met een gemiddelde waarde van 8,5 m/s voor de periode maart '94 tot september '01.

**Tabel 4.3.1: Windsnelheid (gemiddelde van de jaargemiddelden) (Bron 3E)**

<i>Locatie</i>	<i>Meethoogte (m)</i>	<i>gemiddelde windsnelheid</i>	<i>Meetperiode</i>
Westhinder	25,25	8,46	Maa '94 – sept '01
Cadzand	16,5	6,39	Maa '91 – dec '00
Wandelaar	19,2	7,84	Juni '86 – sept '01
Vlake van de Raan	16,5	7,65	Nov '88 – dec '00
Droogte van 't Schoonveld	19,01	8,18	Maa '91 – dec '00

De windsnelheid neemt toe met de hoogte boven de waterspiegel volgens een logaritmische functie: de windsnelheid neemt snel toe vanaf het oppervlak, op een hoogte interessant voor windenergiegebruik wordt de gradiënt kleiner. De gemiddelde windsnelheid voor de Noordzee op verschillende hoogtes wordt gegeven in Tabel 4.3.2.

<sup>7</sup> Milieueffectenrapport voor een Offshore Windturbinepark op de Thorntonbank (2003), opgesteld door Ecolas NV in opdracht van C-Power

**Tabel 4.3.2: Windsnelheid op open zee (>10 km van de kust) voor 5 standaard hoogtes (Bron: RISØ in Söker *et al*, 2000)**

Hoogte	Windsnelheid (m/s)
10 m	7,0 – 8,0
25 m	7,5 – 8,5
50 m	8,0 – 9,0
100 m	8,5 – 10,0
200 m	9,5 – 11,0

Op basis van de beschikbare windgegevens heeft het studiebureau 3E een extrapolatie uitgevoerd, teneinde het windregime ter hoogte van de Wenduinebank op een minimale ashoogte van 70 meter te voorspellen. Op 28 maart 2002 heeft C-Power bijkomende apparatuur laten installeren op de meetpaal MOW0 (Wandelaar) om deze cijfers te valideren. De berekende gemiddelde windsnelheid in het windturbinepark op ashoogte bedraagt volgens deze berekeningen 8,71 m/s met een ondergrens van 8,51 m/s en een bovengrens van 8,90 m/s. Het windturbinepark op de Bank Zonder Naam bevindt zich verder in zee en zal dus een iets ander windregime kennen.

Niet alleen de locatie heeft een invloed op de windsnelheid, ook worden er seizoenale variaties waargenomen. Dit wordt weergegeven in Figuur 4.3.8 en Figuur 4.3.9.

**Figuur 4.3.8: Gemiddelde maandelijkse windsnelheid gemeten in het meteostation in Cadzand**

**Figuur 4.3.9: Gemiddelde maandelijkse windsnelheid gemeten op Westhinder (MOW7)**

Uit Figuur 4.3.8 en Figuur 4.3.9 blijkt dat de gemiddelde maandelijkse windsnelheid iets hoger is in de wintermaanden dan in de zomermaanden. De gemiddelde windsnelheid ligt hoger aan de Westhinder (MOW7, 8 à 10 m/s) dan in Cadzand, waar de gemiddelde windsnelheid 6 à 7 m/s bedraagt. De maximale windsnelheid kan tot 25 m/s oplopen in de wintermaanden.

### 4.3.3 Autonome ontwikkeling

De autonome ontwikkeling van het globale klimaat is een gegeven dat relatief moeilijk in te schatten is. Gezien de problematiek rond het broeikaseffect en de opwarming van de aarde wordt er echter veel aandacht besteed aan voorspellingen i.v.m. de klimaatsveranderingen.

De globale atmosferische concentraties van de broeikasgassen koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>), lachgas (N<sub>2</sub>O) en methaan (CH<sub>4</sub>) overschrijden tegenwoordig ruim de pre-industriële niveaus. Dergelijke concentraties werden nooit bereikt in de loop van tenminste de afgelopen 650.000 jaar (op basis van de analyse van ijskernen). De stijging van de atmosferische concentraties CO<sub>2</sub> en CH<sub>4</sub> sinds 1750 is voornamelijk te wijten aan de emissies die worden veroorzaakt door het gebruik van de fossiele brandstoffen, de landbouw en de wijziging van landgebruik. CO<sub>2</sub> is het belangrijkste broeikasgas van antropogene oorsprong. De concentratie in de atmosfeer is gestegen van 280 ppm (pre-industriële toestand) naar 379 ppm in 2005. De uitstoot van CO<sub>2</sub> van fossiele oorsprong is aanzienlijk gestegen tussen 1990 (6.4 GtC/jaar) en de periode 2000-2005 (7.2 GtC/jaar). CH<sub>4</sub> is gestegen van een pre-industriële concentratie van 715 ppb tot 1774 ppb in 2005. De atmosferische concentratie stikstofdioxide (N<sub>2</sub>O) is toegenomen van een pre-industriële waarde van 270 ppb tot 319 ppb in 2005 (IPCC, 2007).

De stijging van de atmosferische concentraties aan CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O is veruit de belangrijkste oorzaak van de opwarming van het klimaat. In februari 2007 werd de bijdrage van Werkgroep I van het IPCC aan het 4<sup>de</sup> evaluatierapport ("Climate Change 2007: The Physical Science Basis") bekend gemaakt. Dit rapport bestaat uit een stand van zaken betreffende de wetenschappelijke kennis aangaande de

klimaatveranderingen, de mechanismen alsook de oorzaken ervan, de waarnemingen en de prognoses van de klimaatveranderingen in de toekomst. Die bijdrage houdt rekening met de voorafgaande evaluaties en de nieuwe wetenschappelijke resultaten die zijn verschenen sinds de publicatie van het derde evaluatierapport.

Volgens dit rapport zijn de verwachtingen voor toekomstige klimaatveranderingen als volgt:

- Tijdens de volgende 2 decennia is een opwarming van 0,2 °C per decennium voorzien, voor een groot deel van de scenario's (NB: (1) die waarde stemt overeen met de opwarming die op dit ogenblik wordt waargenomen; (2) zelfs in de – achterhaalde – hypothese van een stabilisatie van de concentraties tot het niveau van 2000 zou een opwarming van 0,1 °C per decennium onvermijdelijk zijn).
- De verwachtingen omtrent de gemiddelde wereldwijde opwarming tegen 2100 zijn sterk afhankelijk van de emissiescenario's die men bekijkt; vergeleken met de periode 1980-1999 wordt de verwachte opwarming geschat op 1,8 [1,1 tot 2,9]°C tot 4,0 [2,4 tot 6,4]°C (afhankelijk van het scenario).
- De gemiddelde wereldwijde opwarming "in evenwicht " die verwacht wordt bij een verdubbeling van de CO<sub>2</sub>-concentraties, ligt vermoedelijk tussen 2 en 4,5 °C, met een beste inschatting van 3 °C. Het is zeer onwaarschijnlijk dat de temperatuurstijging onder 1,5 °C zal liggen. Een temperatuurstijging ver boven 4,5 °C is niet uitgesloten.
- De verwachte stijging van de zeespiegel tegen 2100 in verhouding tot de periode 1980-1999 bedraagt tussen 0,18 en 0,8 m (afhankelijk van het gebruikte scenario). Binnen het project Climar worden door de BMM intussen scenario's inzake zeespiegelstijging ontwikkeld die specifiek zijn voor het Belgische deel van de Noordzee.

Deze ontwikkelingen zijn het gevolg van de verwachte toename aan uitstoot van broeikasgassen, vooral CO<sub>2</sub>, in de atmosfeer. In Tabel 4.3.3 worden de CO<sub>2</sub>-uitstoot in 1990 vergeleken met de verwachte uitstoot in 2100.

**Tabel 4.3.3: Verwachte uitstoot aan CO<sub>2</sub> (in Giga ton) (bron: Mira S 2000, IPCC 2001)**

	1990		2100	
	<i>Wereld</i>	<i>Vlaanderen</i>	<i>Wereld</i>	<i>Vlaanderen</i>
CO <sub>2</sub>	27,1 GT	0,067 GT	16,9 – 131,3 GT	0,089 – 0,101 GT

#### **4.3.4 Effecten**

Voor de bespreking van de effecten op het klimaat wordt aandacht besteed aan twee aspecten, namelijk enerzijds de effecten die bijdragen tot de globale klimaatsverandering en anderzijds de effecten op het lokale windklimaat. Tenslotte zijn er de effecten die de kabel kan hebben op het lokale temperatuursklimaat.

##### **4.3.4.1 Inrichtingsfase**

Gedurende de installatie van het windturbinepark zullen het globale klimaat en het lokale windklimaat geen effecten ondervinden.

#### 4.3.4.2 Exploitatiefase

##### GLOBAL KLIMAAT

De belangrijkste impact van de exploitatie van het windturbinepark is de reductie van de emissies van broeikasgassen, die mee verantwoordelijk zijn voor de klimaatsverandering. Meer gedetailleerde info wordt beschreven in het hoofdstuk 'Atmosfeer'.

Dit windturbinepark zal slechts in zeer kleine mate bijdragen tot het reduceren van de uitstoot van broeikasgassen op wereldschaal, maar zal een meetbare bijdrage leveren op Belgisch vlak. De effecten die deze reductie van broeikasgassen met zich mee kunnen brengen, zoals op de temperatuur van de aarde en op het zeewaterpeil, zullen dus te klein zijn om ze correct in te schatten. Effecten op het voorkomen van extreme situaties (stormen, strenge winters, hete zomers, ...) zijn nog veel moeilijker in te schatten, maar zullen even klein zijn.

##### LOKAAL WINDKLIMAAT

De impact van het windturbinepark op het lokale windklimaat wordt veroorzaakt door het feit dat de windturbines een obstakel zijn voor de wind en anderzijds doordat de windturbines energie onttrekken aan de wind. Daardoor ontstaat achter de rotor een turbulente zogstroming met lagere windsnelheden. Om de opbrengst van de windturbine maximaal te houden dienen de windturbines op een zekere afstand van elkaar geplaatst te worden. In de overheersende windrichting wordt over het algemeen een tussenafstand van 5 tot 9 rotordiameters gerespecteerd. Door menging en diffusie neemt het snelheidsdeficit stroomafwaarts van de turbine af. De berekening die hiervoor gebruikt wordt is (Sanderhoff, 1993 uit EED):

$$V_x = V_i * \left[ 1 - \sqrt{(1 - C_w)} * \left( \frac{D}{D + 2 * k * X} \right)^2 \right] \quad \text{waarbij} \quad k = \frac{0.5}{\ln\left(\frac{h}{z_0}\right)}$$

met

$V_x$ : de windsnelheid op punt X achter de windturbine

$V_i$ : de windsnelheid voor de windturbine ter hoogte van de naaf

$C_w$ : de weerstandcoëfficiënt van de windturbine (aanne = 0,8)

D: de diameter van de rotor

X: de afstand achter de windturbine

h: hoogte van de naaf

$z_0$ : de maat van de ruwheid (aanne = 0,001 m)

Met deze formule kan de windsnelheid berekend worden op verschillende afstanden van de turbine. De afname van de windsnelheid achter de windturbine wordt gegeven in Figuur 4.3.10. Deze werd berekend aan de hand van een initiële windsnelheid van 8,5 m/s, een ashoogte van 110 meter en een rotordiameter van 126 meter (typevoorbeeld 6 MW turbine). Voor de 3 MW turbine (ashoogte 90 meter en rotordiameter 90 meter) kent de grafiek een gelijkaardig verloop.

**Figuur 4.3.10: Effect van een 6 MW windturbine op de lokale windsnelheid achter de windturbine**

Uit Figuur 4.3.10 volgt dat op een afstand van 7 rotordiameters (min. afstand tussen twee rijen turbines volgens de dominante windrichting) of circa 882 m, de gemiddelde windsnelheid nog 7,02 m/s bedraagt. Het gemiddelde verlies aan windsnelheid 700 m achter de windturbine bedraagt ca. 17 %. De invloed van de windturbine op de windsnelheid blijft tot meer dan 4 km achter de windturbine merkbaar.

Het cumulatieve effect van verschillende windturbines achter elkaar wordt voorgesteld in Figuur 4.3.11.

**Figuur 4.3.11: Cumulatief effect van verschillende windturbines op één rij achter elkaar (met een windrichting parallel aan de windturbines)**

In Figuur 4.3.11 wordt het effect van 4 windturbines achter elkaar voorgesteld. De wind heeft net achter de eerste windturbine bijna 45 % van zijn snelheid verloren. Juist voor de tweede windturbine bedraagt de windsnelheid terug ca. 83 % van zijn initiële waarde, na de tweede windturbine neemt de windsnelheid terug af met ca. 45 %, ... . De windturbines bevinden zich echter niet perfect achter elkaar zodat het effect van de eerste rij windturbines op de tweede rij kleiner zal zijn. De efficiëntie van de windturbines hangt dus af van de opstelling en de windrichting.

Een tweede factor die het lokale windklimaat beïnvloedt, is de turbulentie veroorzaakt door de windturbines. De turbulentie intensiteit verhoogt namelijk in het zog van de windturbine. Het effect van deze parameter is over een grotere afstand merkbaar dan de windsnelheid. Turbulentie is voornamelijk belangrijk voor de stressgevoeligheid van het materiaal, maar binnen het windturbinepark heeft turbulentie eveneens een effect op de efficiëntie. Hoe dichter twee windturbines bij elkaar geplaatst zijn, hoe hoger de turbulentie. De turbulentie-intensiteit aan de kust bedraagt meer dan 10 %, op zee schommelen de waarden rond 8 %. De turbulentie neemt eerst af met een stijgende windsnelheid om daarna terug toe te nemen door de grotere golfhoogte. De turbulentie daalt tevens met stijgende hoogte.

De effecten van het windturbinepark op het lokale windklimaat zullen dus beperkt blijven tot zeer lokale effecten in het windturbinepark.

#### **LOKAAL TEMPERATUURSKLIMAAT ONDER INVLOED VAN DE KABEL**

De elektrische kabels die in of op de zeebodem gelegd zullen worden, zullen opwarmen ten gevolge van de elektrische stroom die ze vervoeren. De invloed van deze opwarming op het omringende sediment wordt ingeschat op enkele meters rond de kabel.

Er kan dus aangenomen worden dat er wellicht een lokale temperatuursgradiënt zal optreden. De grootte hiervan is niet gekend en de negatieve impact kan dan ook moeilijk ingeschat worden. Er wordt slechts 1 literatuurbron teruggevonden (Grontmij, 2006a) die een zeer lokale maximale gradiënt aan de zeebodem van 2 - 3 °C rapporteert bij een maximale belasting van de kabel (die opwarmt tot 60 °C) en een diepteligging van 1 m, bij een diepteligging van 3 m zou de temperatuur aan de zeebodem maximaal 1 °C kunnen opwarmen . Het is ook in deze optiek van belang dat de kabel ten allen tijde begraven blijft.

Dit effect wordt gezien het beperkt temperatuursverschil en de lokale invloed als niet-significant beoordeeld.

#### **4.3.4.3 Ontmantelingsfase**

Gedurende de ontmanteling van het windturbinepark zullen het globale klimaat en het lokale windklimaat geen effecten ondervinden.

#### **4.3.5 Leemten in de kennis**

Er is weinig bekend omtrent de grootte van de temperatuurgradiënt rond de elektrische kabels in de zeebodem.

Er zijn geen windgegevens beschikbaar ter hoogte van de Bank Zonder Naam.

#### **4.3.6 Mitigerende maatregelen en compensaties**

De impact van het windturbinepark op het lokale windklimaat en van de kabel op het omringende sediment blijft beperkt en er worden dan ook geen mitigerende maatregelen of compensaties voorgesteld. Door de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies is de impact op het globale klimaat positief.

#### **4.3.7 Monitoring**

De windsnelheden en windrichtingen worden gedurende de exploitatie opgevolgd, conform de aanpak bij het project op de Thorntonbank (BMM, 2004 en BMM, 2006a) en op de Bligh Bank (BMM, 2007c). Deze gegevens zouden opgeslagen kunnen worden in een databank, zodat er op lange termijn analyses kunnen gemaakt worden.

Voor meting, datatransport en data-opslag wordt gestreefd naar een gezamenlijk hydrometeorologisch meetstation voor de verschillende offshore windparken in de aangewezen Belgische concessiezone (Ref. Brief van de minister van mobiliteit en de Noordzee aan C-Power van maart 2007 met afschrift aan Belwind en Eldepasco) (zie paragraaf 1.2.1.4).

## 4.4 ATMOSFEER

### 4.4.1 Methodologie

In eerste instantie wordt een beschrijving gegeven van de actuele luchtkwaliteit boven zee, die wordt benaderd aan de hand van meetgegevens van VMM-metstations aan en in de nabije omgeving van de kust. De meest relevante parameters in het kader van dit project zijn de algemene luchtverontreinigende componenten CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, PM10 (stof) en uiteraard ook CO<sub>2</sub>. De actuele luchtkwaliteit wordt getoetst aan de geldende grens- en richtwaarden (luchtkwaliteitsdoelstellingen).

Vervolgens worden de mogelijke emissies als gevolg van de constructie, exploitatie en ontmanteling van het windturbinepark geïdentificeerd. De emissies waarvan verwacht wordt dat ze relevant zijn, worden gekwantificeerd. De lokale bijdrage van de emissies aan de luchtkwaliteit wordt bestudeerd zodat mogelijke gevolgen kunnen worden geëvalueerd.

Er wordt ook berekend welke emissies vermeden worden door het gebruik van windenergie i.p.v. klassieke energieproductie. De vermeden emissies worden vergeleken met de voor België vooropgestelde reductiedoelstellingen in het kader van het Kyoto-protocol (CO<sub>2</sub>) en de NEC-richtlijn (NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub>).

### 4.4.2 Referentiesituatie

Aan de kust zelf is slechts één VMM-metstation gelegen waarvan de resultaten gebruikt kunnen worden voor het bepalen van de kwaliteit van de lucht boven zee. Het gaat om het station 44N002 – Zeebrugge Zeesluis. Ongeveer 10 km landinwaarts liggen de meetstations 44N012 - Moerkerke en 44N029 – Houtem. In deze meetstations worden de volgende componenten gemeten:

- 44N002 – Zeebrugge Zeesluis: SO<sub>2</sub>
- 44N012 – Moerkerke: NO<sub>x</sub> en PM10 (stof)
- 44N029 – Houtem: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM10 (stof)

#### 4.4.2.1 SO<sub>2</sub>

De SO<sub>2</sub>-concentraties die in 2005 in de hoger vermelde VMM-metstations werden gemeten, zijn terug te vinden in Tabel 4.4.1.

**Tabel 4.4.1: Actuele luchtkwaliteit voor SO<sub>2</sub> (VMM, 2006)**

Meetpost SO <sub>2</sub>	Gemiddelde uurwaarde (µg/m <sup>3</sup> )	Gemiddelde dagwaarde (µg/m <sup>3</sup> )
44N002 – Moerkerke	6	8
44N029 – Houtem	2	2
Grenswaarde	350 <sup>8</sup> (max. 24 overschrijdingen per jaar)	125 <sup>9</sup> (max. 3 overschrijdingen per jaar)

<sup>8</sup> Vlare II: uurgrenswaarde voor de bescherming van de gezondheid van de mens

<sup>9</sup> Vlare II: daggrenswaarde voor de bescherming van de gezondheid van de mens

De uurgrenswaarde en daggrenswaarde voor de bescherming van de gezondheid van de mens werd in 2005 in beide meetstations gerespecteerd.

#### 4.4.2.2 NO<sub>x</sub>

De VMM-metingen in 2005 leverden voor NO<sub>x</sub> de volgende achtergrondconcentraties op (Tabel 4.4.2):

**Tabel 4.4.2: Actuele luchtkwaliteit voor NO<sub>x</sub> (VMM, 2006)**

Meetpost NO <sub>x</sub>	Gemiddelde uurwaarde (µg/m <sup>3</sup> )	
	NO <sub>2</sub>	NO
44N012 – Zeebrugge Zeesluis	15	2
44N029 - Houtem	13	2
Grenswaarde	230 (01/01/2007) <sup>10</sup> 200 (01/01/2010) (max. 18 overschrijdingen per jaar)	-

In beide meetstations werd de uurgrenswaarde voor de bescherming van de gezondheid van de mens gerespecteerd.

#### 4.4.2.3 PM<sub>10</sub> (stof)

De PM<sub>10</sub>-concentraties die in 2005 in de relevante VMM-metstations werden gemeten, zijn terug te vinden in Tabel 4.4.3.

**Tabel 4.4.3: Actuele luchtkwaliteit voor PM<sub>10</sub> (VMM, 2006)**

Meetpost PM <sub>10</sub>	Gemiddelde dagwaarde (µg/m <sup>3</sup> )	Jaargemiddelde (µg/m <sup>3</sup> )
44N012 – Moerkerke	26	30
44N029 - Houtem	23	26
Grenswaarde	40 <sup>11</sup> (max. 35 overschrijdingen per jaar)	40 <sup>12</sup>

De gemeten waarden voldoen in beide meetstation aan de daggrenswaarde en jaargrenswaarde voor de bescherming van de gezondheid van de mens.

<sup>10</sup> Vlare II: uurgrenswaarde voor de bescherming van de gezondheid van de mens

<sup>11</sup> Vlare II: daggrenswaarde voor de bescherming van de gezondheid van de mens

<sup>12</sup> Vlare II: jaargrenswaarde voor de bescherming van de gezondheid van de mens



#### 4.4.2.4 CO

CO wordt opgevolgd in 6 stations van het telemetrische meetnet in Vlaanderen:

- 42N045 – Hasselt
- 42R020 – Vilvoorde
- 42R801 - Borgerhout
- 42R841 – Mechelen
- 44R701 – Gent
- 44R750 – Zelzate

Geen enkele van deze stations situeert zich in de omgeving van de kust. Gezien de meetresultaten op de verschillende stations, ondanks de diverse locaties (voorstedelijk, stedelijk, industriegebied) weinig verschillen, kan het gemiddelde van de zes meetstations als representatief genomen worden voor het projectgebied (Tabel 4.4.4).

**Tabel 4.4.4: Actuele luchtkwaliteit voor CO op 6 locaties in Vlaanderen in 2005 (VMM, 2006)**

Meetstation	8-uur gemiddelden ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
	Gemiddelde	Maximum
42N045 – Hasselt	250	1.270
42R020 – Vilvoorde	300	1.740
42R801 – Borgerhout	350	1.460
42R841 - Mechelen	290	1.700
44R701 – Gent	320	2.340
44R750 – Zelzate	320	2.650
Gemiddelde	305	1.860
Grenswaarde		10.000 <sup>13</sup> (max. gemiddelde 8-uur waarde)

De luchtkwaliteit voldoet voor CO aan de grenswaarde voor de bescherming van de gezondheid van de mens.

#### 4.4.2.5 CO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub> is niet opgenomen in het meetprogramma van de VMM en er bestaan voor deze parameter ook geen luchtkwaliteitsdoelstellingen. CO<sub>2</sub> is het belangrijkste broeikasgas van antropogene oorsprong. De concentratie in de atmosfeer is gestegen van 280 ppm (pre-industriële toestand) naar 379 ppm in 2005. De CO<sub>2</sub>-uitstoot van fossiele oorsprong is aanzienlijk gestegen tussen 1990 (6,4 GtC/jaar) en de periode 2000-2005 (7,2 GtC/jaar) (IPPC, 2007).

<sup>13</sup> Vlare II: Grenswaarde voor de bescherming van de gezondheid van de mens

#### **4.4.2.6 Evaluatie van de luchtkwaliteit**

Op basis van het voorgaande kan besloten worden dat de luchtkwaliteit ter hoogte van het projectgebied voor alle relevante componenten ruimschoots aan de luchtkwaliteitsdoelstellingen voldoet.

#### **4.4.3 Autonome ontwikkeling**

Bij de autonome ontwikkeling kan gesteld worden dat:

- De emissies, die een gevolg zijn van het materiaalgebruik, de constructie en ontmanteling van het windturbinepark niet zullen plaatsvinden en er bijgevolg ook geen tijdelijke beïnvloeding zal zijn van de lokale luchtkwaliteit als gevolg hiervan.
- De vermeden emissies als gevolg van de elektriciteitsproductie door het windturbinepark wel zullen gerealiseerd worden. Voor de kwantificering van deze emissies wordt verwezen naar 4.4.4.2.
- De atmosferische CO<sub>2</sub>-concentraties in de atmosfeer zullen verder toenemen.

#### **4.4.4 Effecten**

Voor de bepaling van de impact van de bouw van het windturbinepark op de luchtkwaliteit, dient enerzijds rekening gehouden te worden met de emissies die vrijkomen als gevolg van het energieverbruik tijdens de constructiefase, de exploitatiefase en ontmantelingsfase en anderzijds met de vermeden emissies tijdens de exploitatiefase door het gebruik van windenergie i.p.v. klassieke productie, al dan niet gecombineerd met nucleaire productie.

In wat volgt wordt in de mate van het mogelijke een opsplitsing gemaakt tussen de verschillende fases, maar wat uiteindelijk telt, is de balans van energieverbruik versus energieproductie en geproduceerde versus vermeden emissies gedurende de volledige levenscyclus van het windturbinepark (zie 4.4.4.4).

##### **4.4.4.1 Constructiefase**

De constructiefase omvat niet enkel de eigenlijke bouw van het turbinepark, maar begint al bij de winning van de grondstoffen die noodzakelijk zijn voor de productie van de verschillende onderdelen van de windturbines. Deze fase omvat ook de productie van de onderdelen, de premontage van de windturbines en onderdelen in een nabijgelegen haven (in dit geval Zeebrugge of Oostende), het transport naar de Bank Zonder Naam en de eigenlijke constructie van het windturbinepark.

Een exacte inschatting van de totale emissies tijdens de constructiefase kan niet gemaakt worden. Dit heeft o.a. te maken met het feit dat door de snelle evolutie in de ontwikkeling van windturbines momenteel nog niet bekend is welk type windturbine tijdens de constructiefase in 2011-2012 zal geïnstalleerd worden en het feit dat momenteel nog niet geweten is welke vaartuigen zullen ingezet worden voor het transport.

Om een idee te krijgen van het energieverbruik tijdens de constructiefase, wordt gebruikt gemaakt van een levenscyclusanalyse (LCA) die Vestas, een producent van windturbines, in 2005 heeft uitgevoerd voor offshore en onshore windturbineparken gebaseerd op Vestas V90-3,0 MW windturbines. In deze LCA werd rekening gehouden met de turbines, de parkbekabeling, de offshore transformator, de kabels naar de kust en de aansluiting op het elektriciteitsnet. De offshore resultaten gelden voor een park met 100 windturbines op een afstand van ca. 14 km van de kust, een gemiddelde waterdiepte van 10 meter en een monopaal fundering. In de LCA werd onderscheid gemaakt tussen vier fasen:

1. de productiefase: de periode van het winnen van grondstoffen tot en met de productie van de turbineonderdelen;

2. de transport- en bouwfase: het transport van de turbineonderdelen naar de locatie en de bouw van het windturbinepark;
3. de gebruiksfase: het gebruik en onderhoud van de windturbines gedurende een periode van 20 jaar;
4. de ontmantelingsfase: de ontmanteling van de windturbine.

Voor elk van deze fasen werd de energieconsumptie per windturbine bepaald. Tijdens de eerste twee fasen, die samen de constructiefase vormen, ziet het energieverbruik er als volgt uit:

- productiefase: 12.255 MWh
- transport en bouwfase: 477 MWh

De energieconsumptie, en de daaraan gekoppelde emissies, tijdens de productiefase zijn beduidend groter dan tijdens de transport- en bouwfase.

Bovenstaande cijfers gelden voor een Vestas V90-3,0 MW turbine en zijn niet zonder meer van toepassing voor de turbines die door Eldepasco geïnstalleerd zullen worden. Deze zullen een groter vermogen hebben (tot 7 MW) en bijgevolg ook grotere dimensies en bovendien bevinden ze zich op grotere afstand van de kust (38 km) in grotere waterdiepten (tot 32 m).

De energieconsumptie tijdens de transport- en bouwfase wordt uiteraard mee bepaald door het aantal scheepsbewegingen dat noodzakelijk is voor het transport van de verschillende onderdelen naar de Bank Zonder Naam. Het aantal transporten varieert naargelang het gebruikte funderingstype en wordt voor het Eldepasco-project weergegeven in de volgende 4 tabellen, naargelang het scenario 3 MW of 6 MW en zowel voor het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied.

#### A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied

**Tabel 4.4.5: Aantal transporten i.f.v. funderingstype – scenario 3MW turbine oorspronkelijke concessiegebied**

	<i>Monopaal</i>	<i>Multipode</i>	<i>Gravitair</i>
<b>Fundering</b>			
jack-up met sleepboten	4	4	4
transporten baggerschip ter voorbereiding van opstellingsplaatsen windturbines	0	0	50
aanvoer monopiles en transitiestukken	50	50	0
grindbestorting	0	0	50
aanvoer fundering	0	0	50
aanvoer erosiebescherming	50	50	50
kleinere transporten en personeelstransport	120	120	120
<b>Transport en oprichting windturbines</b>			
aanvoeren jack-up met sleepboten	4	4	4
transport onderdelen windturbines	141	141	141
kleinere transporten en personeelstransport	120	120	120
<b>Elektrische infrastructuur</b>			
transporten onderdelen	6	6	6
transporten voor aanleg parkkabels en zeekabel	16	16	16

	<i>Monopaal</i>	<i>Multipode</i>	<i>Gravitair</i>
<b>Fundering</b>			
Kleinere transporten en personeelstransport	40	40	40
<b>Totaal</b>	<b>551</b>	<b>551</b>	<b>651</b>

**Tabel 4.4.6: Aantal transporten i.f.v. funderingstype – scenario 3MW turbine uitgebreide concessiegebied**

	<i>Monopaal</i>	<i>Multipode</i>	<i>Gravitair</i>
<b>Fundering</b>			
jack-up met sleepboten	4	4	4
transporten baggerschip ter voorbereiding van opstellingsplaatsen windturbines	0	0	74
aanvoer monopiles en transitiestukken	74	74	0
grindbestorting	0	0	74
aanvoer fundering	0	0	74
aanvoer erosiebescherming	74	74	74
kleinere transporten en personeelstransport	120	120	120
<b>Transport en oprichting windturbines</b>			
aanvoeren jack-up met sleepboten	4	4	4
transport onderdelen windturbines	216	216	216
kleinere transporten en personeelstransport	120	120	120
<b>Elektrische infrastructuur</b>			
transporten onderdelen	6	6	6
transporten voor aanleg parkkabels en zeekabel	16	16	16
Kleinere transporten en personeelstransport	40	40	40
<b>Totaal</b>	<b>674</b>	<b>674</b>	<b>822</b>

**Tabel 4.4.7: Aantal transporten i.f.v. funderingstype – scenario 6MW turbine oorspronkelijke concessiegebied**

	<i>Monopaal</i>	<i>Multipode</i>	<i>Gravitair</i>
<b>Fundering</b>			
jack-up met sleepboten	4	4	4
transporten baggerschip ter voorbereiding van opstellingsplaatsen windturbines	0	0	27
aanvoer monopiles en transitiestukken	27	27	0
grindbestorting	0	0	27
aanvoer fundering	0	0	27
aanvoer erosiebescherming	27	27	27

	<i>Monopaal</i>	<i>Multipode</i>	<i>Gravitair</i>
kleinere transporten en personeeltransport	120	120	120
<b>Transport en oprichting windturbines</b>			
aanvoeren jack-up met sleepboten	4	4	4
transport onderdelen windturbines	72	72	72
kleinere transporten en personeeltransport	120	120	120
<b>Elektrische infrastructuur</b>			
transporten onderdelen	6	6	6
transporten voor aanleg parkkabels en zeekabel	16	16	16
Kleinere transporten en personeeltransport	40	40	40
<b>Totaal</b>	<b>436</b>	<b>436</b>	<b>490</b>

**Tabel 4.4.8: Aantal transporten i.f.v. funderingstype – scenario 6MW turbine uitgebreide concessiegebied**

	<i>Monopaal</i>	<i>Multipode</i>	<i>Gravitair</i>
<b>Fundering</b>			
jack-up met sleepboten	4	4	4
Transporten baggerschip ter voorbereiding van opstellingsplaatsen windturbines	0	0	38
aanvoer monopiles en transitiestukken	38	38	0
grindbestorting	0	0	38
aanvoer fundering	0	0	38
aanvoer erosiebescherming	38	38	38
kleinere transporten en personeeltransport	120	120	120
<b>Transport en oprichting windturbines</b>			
aanvoeren jack-up met sleepboten	4	4	4
transport onderdelen windturbines	108	108	108
kleinere transporten en personeeltransport	120	120	120
<b>Elektrische infrastructuur</b>			
transporten onderdelen	6	6	6
transporten voor aanleg parkkabels en zeekabel	16	16	16
Kleinere transporten en personeeltransport	40	40	40
<b>Totaal</b>	<b>494</b>	<b>494</b>	<b>570</b>

Het aantal transporten en bijgevolg ook het energieverbruik en de daaraan gekoppelde emissies zijn het grootst bij het gebruik van gravitaire funderingen (bijkomend nivelleren van de locatie en grindbestorting) en het kleinst bij het gebruik van de monopaal of multipode/jacketstructuur. Naarmate er meer windturbines geplaatst worden (bij 3MW scenario meer turbines dan bij 6MW scenario) zijn er evneens meer transporten, energieverbruik en emissies.

**Tabel 4.4.9: Inschatting luchtmissies door transporten i.f.v. funderingstype, scenario en concessiegebied (ton)**

	<i>Monopaal</i>	<i>Multipode</i>	<i>Gravitair</i>
<b>scenario 3 MW oorspronkelijke concessiegebied</b>			
<b>NOx</b>	135	135	186
<b>SO2</b>	93	93	133
<b>CO2</b>	5.488	5.488	7.905
<b>scenario 3 MW uitgebreide concessiegebied</b>			
<b>NOx</b>	190	190	265
<b>SO2</b>	131	131	190
<b>CO2</b>	7.722	7.722	11.300
<b>scenario 6 MW oorspronkelijke concessiegebied</b>			
<b>NOx</b>	84	84	111
<b>SO2</b>	58	58	79
<b>CO2</b>	3.398	3.398	4.704
<b>scenario 6 MW uitgebreide concessiegebied</b>			
<b>NOx</b>	110	110	148
<b>SO2</b>	75	75	106
<b>CO2</b>	4.452	4.452	6.289

Het Kanaal behoort tot de drukst bevaren scheepvaartroutes en er wordt dan ook verwacht dat de emissies van vaartuigen bij de constructie van het windturbinepark slechts een zeer beperkte invloed zullen hebben op de lokale luchtkwaliteit. Ter vergelijking, er wordt geschat dat er in 2007 op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) de volgende tonnages geëmitteerd worden in de lucht<sup>14</sup>: 111.000 ton Nox, 56.000 ton So2 en 4.370.000 ton CO2. De bouw van het windturbinepark bedraagt op die manier 0,12 tot 0,17 % van de jaarlijkse emissies op het NCP.

#### **4.4.4.2 Exploitatiefase**

Tijdens de exploitatiefase zal er een beperkt energieverbruik zijn voor inspectie en onderhoud van het turbinepark. In de LCA-analyse van Vestas werd de energieconsumptie tijdens de gebruiksfase ingeschat op 117 MWh.

Het belangrijkste effect tijdens de exploitatiefase zijn evenwel de vermeden emissies op het land als gevolg van het feit dat de netto elektriciteitsproductie van het windturbinepark (450 - 670 GWh/jaar) niet door middel van klassieke, al dan niet in combinatie met nucleaire, productie dient te worden opgewekt. In de praktijk zullen deze emissies niet strikt vermeden worden, maar zal de toename van de totale emissies afgeremd worden. De omvang van deze vermeden emissies op het land is afhankelijk van het feit of enkel klassieke of de combinatie van klassieke en nucleaire productie wordt beschouwd voor het opwekken van de netto elektriciteitsproductie van het windturbinepark. Omwille van de onzekerheid met betrekking tot het tijdstip van de geplande uitstap uit de kernenergie, wordt met beide rekening gehouden. Voor het berekenen van de vermeden emissies wordt uitgegaan van de emissiefactoren voor klassieke thermische elektriciteitsproductie in België (VMM, 2006). De emissiefactoren voor de

<sup>14</sup><http://www.milieuennatuurcompendium.nl/indicatoren/nl0521-Emissies-naar-lucht-door-de-zeescheepvaart.html?i=23-69>

gecombineerde klassieke en nucleaire productie in België werden afgeleid uit deze voor de klassieke thermische productie, rekening houdend met een aandeel van 40,9% van de nucleaire productie in de Belgische mix in 2005 (VMM, 2006), waarbij geen emissies naar lucht voor de nucleaire productie in rekening worden gebracht.

**Tabel 4.4.10: Emissiefactoren voor klassieke elektriciteitsproductie in België**

		<i>Klassieke productie (VMM,2006)</i>	<i>Klassieke &amp; Nucleaire productie</i>
CO <sub>2</sub>	ton/GWh	754,3	445,8
SO <sub>2</sub>	ton/GWh	1,074	0,63
NO <sub>x</sub>	ton/GWh	0,9967	0,59
CO	ton/GWh	0,126*	0,074

\* Waarde van 2004 (VMM, 2005) gezien voor 2005 geen gegevens voor CO gerapporteerd werden

Aan de hand van deze emissiefactoren en de netto elektriciteitsproductie door het windturbinepark werden de emissies berekend die op jaarbasis vermeden worden (Tabel 4.4.11). Als referentie zijn in deze tabel ook de totale emissies als gevolg van klassieke productie in België voor 2000 opgenomen.

**Tabel 4.4.11: Vermeden emissies (ton/jaar) als gevolg van de werking van het windturbinepark**

		<i>Klassieke productie</i>		<i>Klassieke &amp; nucleaire productie</i>		<i>Uitstoot klassieke productie België (2000)</i>
	GWh	<i>450</i>	<i>670</i>	<i>450</i>	<i>670</i>	
CO <sub>2</sub>	ton/jaar	339.435	505.381	200.610	298.686	21.222.000
SO <sub>2</sub>	ton/jaar	483	720	284	422	34.505
NO <sub>x</sub>	ton/jaar	449	668	266	395	39.169
CO	ton/jaar	57	84	33	50	3.886

#### **A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied**

De jaarlijks vermeden emissies, berekend op basis van de emissiefactoren voor klassieke productie, bedragen 1,6 % (oorspronkelijke concessiegebied) tot 2,4 % (uitgebreide concessiegebied) van de emissies door klassieke productie in België voor alle polluenten. De jaarlijks vermeden emissies, berekend op basis van de emissiefactoren voor klassieke en nucleaire productie, bedragen 1,0 % tot 1,4% van de emissies door klassieke productie in België voor alle polluenten.

#### **4.4.4.3 Ontmantelingsfase**

In de LCA analyse van Vestas werd ook de energieconsumptie tijdens de ontmantelingsfase ingeschat. Deze werd bepaald op -4.751 MWh. De ontmantelingsfase heeft een positieve invloed op het energieverbruik omdat ca. 80% van het turbinemateriaal kan worden hergebruikt. De winning van nieuwe grondstoffen wordt hierdoor beperkt.

De impact op de luchtkwaliteit als gevolg van emissies van vaartuigen die worden ingezet bij de ontmanteling is - zoals in de constructiefase - lokaal (ter hoogte van de locatie waar de windturbines staan), beperkt in de tijd en zeer beperkt in vergelijking met de totale emissies door scheepvaart in het Kanaal, zodat de negatieve impact op de luchtkwaliteit gering is (0/-).

#### 4.4.4.4 Balans volledige levenscyclus windturbines

De energieconsumptie tijdens de verschillende fasen in de levenscyclus van windturbines wordt nog eens samengevat in Tabel 4.4.12, voor een voorbeeld-windturbinepark van 100 3 MW-turbines.

**Tabel 4.4.12: Energieconsumptie per V90-3,0 MW windturbine (Vestas, 2005)**

<i>Fase</i>	<i>Energieconsumptie</i>
Productiefase	12.255 MWh
Transport en bouwfase	477 MWh
Gebruiksfase (20 jaar)	117 MWh
Ontmantelingsfase	-4.751 MWh
Totale energieconsumptie	8.098 MWh

Uit dit overzicht blijkt dat de energieconsumptie en dus ook de impact op de luchtkwaliteit veruit het grootst is tijdens de productiefase.

Zelfs indien ervan uitgegaan wordt dat de energieconsumptie van de windturbines die voor het Eldepasco project gebruikt zullen worden, dubbel zo groot is als voor de Vestas V90-3,0 MW turbine<sup>15</sup>, blijkt dat een windturbine ca. 11 tot 23 keer zijn eigen energie-input kan opleveren. De energierugverdiensijd bedraagt in dat geval 10 tot 20 maanden.

In de Vestas-studie werd ook berekend hoe groot de atmosferische emissies per geproduceerde KWh zijn. De emissies voor CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> zijn opgenomen in Tabel 4.4.13.

**Tabel 4.4.13: Atmosferische emissies per geproduceerde KWh (Vestas, 2005)**

	<i>emissie g/kWh</i>
CO <sub>2</sub>	5,25
SO <sub>2</sub>	0,0222
NO <sub>x</sub>	0,0204

Volgens het Vlaamse klimaatbeleidsplan stoot Vlaanderen gemiddeld 385 g CO<sub>2</sub> uit per geproduceerde kWh elektriciteit en België 307 g CO<sub>2</sub>/kWh.

De emissies die rekening houdend met de totale energieproductie van het windturbinepark (512-759 MWh) zullen vrijkomen, zijn opgenomen in Tabel 4.4.14. In deze tabel zijn ter vergelijking ook de vermeden emissies ten gevolge van klassieke productie opgenomen en de emissiebalans.

**Tabel 4.4.14: Emissiebalans windturbinepark (ton/jaar)**

	<i>Geproduceerde emissies</i>		<i>Vermeden emissies</i>		<i>Emissiebalans</i>	
<i>GWh</i>	<i>450</i>	<i>670</i>	<i>450</i>	<i>670</i>	<i>450</i>	<i>670</i>
CO <sub>2</sub>	2.363	3.518	339.435	505.381	337.073	501.864
NO <sub>x</sub>	9	14	449	668	439	654
SO <sub>2</sub>	10	15	483	720	473	705

<sup>15</sup> groter vermogen (tot 7 MW), grotere afstand tot kust (ca. 38 km), grotere waterdiepte (tot 32 m)



Uit Tabel 4.4.14 kan afgeleid worden dat het Eldepasco project voor alle relevante componenten aanleiding geeft tot een reductie van de emissies in vergelijking met klassieke energieproductie. Indien de elektriciteitsproductie door dit windturbinepark effectief aanleiding zou geven tot een equivalente vermindering van de elektriciteitsproductie op land door middel van klassieke thermische productie, zal dit leiden tot een significant positief effect op de luchtkwaliteit op het land in het algemeen en het broeikaseffect en de zure depositie in het bijzonder. In de werkelijkheid zal het project wellicht leiden tot een afremmen van de stijgende emissies die leiden tot het broeikaseffect.

De positieve impact op het broeikaseffect zal op wereldschaal verwaarloosbaar zijn (zie ook deel 'klimaat'), maar de emissiereductie is niet onbelangrijk in het licht van de Belgische reductiedoelstellingen voor CO<sub>2</sub>. De Kyoto doelstelling voor België is een reductie van de uitstoot van broeikasgassen tot 130,5 miljoen ton CO<sub>2</sub> equivalent (Nationaal Klimaatplan 2002-2012). De effectief vermeden emissies, berekend op basis van de emissiefactoren voor klassieke productie, bedragen 0,30% tot 0,44% van dit plafond, wat significant is.

Ook voor SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> werden in het kader van de NEC-richtlijn (2001/81/EG) reductiedoelstellingen vooropgesteld. Tegen 2010 worden aan België emissieplafonds voor SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> opgelegd van respectievelijk 99.000 en 176.000 ton/jaar. De effectief vermeden emissies, berekend op basis van de emissiefactoren voor klassieke productie, bedragen respectievelijk 0,54 tot 0,80 % van het emissieplafond voor SO<sub>2</sub> en 0,28 tot 0,42 % van het emissieplafond voor NO<sub>x</sub>, wat eveneens significant is.

#### **4.4.5 Leemten in de kennis**

De reële emissies tijdens de levenscyclus van het windturbinepark zullen afhankelijk zijn van de finale keuze van de windturbine. Dit werd in het kader van deze MER ondervangen door extrapolatie van de gegevens van een LCA-studie van een relevante windturbine (Vestas V90). Gezien de beperkte omvang van deze emissies in vergelijking met de jaarlijks vermeden emissies als gevolg van de werking van het windturbinepark, zal deze werkwijze de conclusies met betrekking tot de discipline atmosfeer niet significant beïnvloeden.

#### **4.4.6 Mitigerende maatregelen en compensaties**

Gezien de windturbines globaal gezien verantwoordelijk zijn voor een significante reductie in vergelijking met de emissies van klassieke centrales op land en de impact op de luchtkwaliteit tijdens de constructie- en ontmantelingsfase beperkt blijft, dringen mitigerende maatregelen en compensaties met betrekking tot de discipline atmosfeer zich niet op.

#### **4.4.7 Monitoring**

Gezien de verwachte impact op de luchtkwaliteit zeer beperkt blijft, zowel in omvang als in tijd, dient geen monitoring van de kwaliteit van de omgevingslucht te gebeuren.

## **4.5 GELUID EN TRILLINGEN**

Voor de evaluatie van de geluidsimpact wordt het omgevingsgeluid en het specifieke geluid t.g.v. het project beoordeeld onderwater, bovenwater, ter hoogte van de kustlijn op ongeveer 38 km afstand van de grenzen van het projectgebied dat gelegen is op de "Bank zonder naam" en ter hoogte van de grens met het Nederlandse deel van de Noordzee. Juridisch gezien moet er geen beoordeling gebeuren op het vasteland. Wegens bevoegdheidsoverschrijdende effecten wordt er ook een beoordeling gedaan ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen gelegen in de woonkern van Zeebrugge.

### **4.5.1 Methodologie**

#### **BESCHRIJVING VAN DE REFERENTIESITUATIE**

Ten behoeve van de referentiesituatie wordt de huidige situatie van het geluidsklimaat beschreven. Het huidige geluidsklimaat wordt besproken op 4 plaatsen namelijk boven water, onder water, aan de kustlijn en ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen. Ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen wordt het huidige geluidsklimaat op land getoetst aan de milieukwaliteitsnormen van VLAREM-II (enkel ter volledigheid van de studie, want de studie is een federale aangelegenheid en geen Vlaamse).

Voor de bespreking van het oorspronkelijke omgevingsgeluid wordt gesteund op literatuurgegevens en informatie uit andere MER's.

#### **BESCHRIJVING VAN DE GEPLANDE SITUATIE**

De specifieke geluidsbijdrage van het project wordt bepaald voor de constructie- en exploitatiefase, de bekabeling en de ontmantelingfase.

Ten behoeve van de constructie- en de ontmantelingfase worden de geluidsbijdrages van het in te zetten machinepark bepaald voor de 3 funderingsalternatieven (monopile, multipode en gravitaire fundering) steunende op gegevens van de opdrachtgever.

De geluidsbijdrages van het in te zetten machinepark voor de bekabeling worden ook bepaald steunende op gegevens van de opdrachtgever.

De immissierelevante geluidsvermoggenniveaus van het in te zetten machinepark tijdens de constructie- en ontmantelingfase en de bekabeling worden gebaseerd op ervaringswaarden uit andere MER's.

Ten behoeve van de exploitatiefase worden er 4 technologische alternatieven besproken, namelijk een windturbinepark met:

- Alternatief 1: 24 windturbines met elk een vermogen van 6 MW
- Alternatief 2: 48 windturbines met elk een vermogen van 3 MW
- Alternatief 3: 36 windturbines met elk een vermogen van 6 MW
- Alternatief 4: 72 windturbines met elk een vermogen van 3 MW

In het laatste decennium is er een zeer snelle evolutie geweest in de grootte en het vermogen van de windturbines. Eldepasco beoogt voor het geplande windturbinepark de best beschikbare technologie (BBT) in te zetten. Rekening houdende met de huidige status van de ontwikkeling van de windturbines, de te verwachten ontwikkelingen in de eerstvolgende jaren en de projectplanning met installatie van de eerste turbines in 2010 wordt er vanuit gegaan dat er een 7 MW windturbine zal gebruikt worden.

Het type windturbine (Enercon, REpower, Vestas...) van 3 of 6 MW dat effectief zal geplaatst worden is nog niet gekend. Het geluidsvermogeniveau werd bijgevolg bepaald aan de hand van literatuurgegevens van bestaande windturbines van 3, 5 en 6 MW.

Het specifieke geluid van het windturbinepark in de exploitatiefase wordt zowel boven als onder water besproken voor de 4 projectalternatieven voor het windturbinepark (24 x 6 MW, 48 x 3 MW, 36 x 6 MW of 72 x 3 MW). De specifieke geluidsbijdrage boven water, naar de kustzone en ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen wordt uiteindelijk bepaald via overdrachtsberekeningen en beoordeeld t.o.v. de referentiesituatie. Onder water wordt de specifieke geluidsbijdrage bepaald op basis van literatuurgegevens en informatie uit andere MER's en beoordeeld t.o.v. de referentiesituatie.

De domeinconcessieaanvraag, de bouw- en de milieuvergunning zijn voor het windturbinepark van "C-Power" op de "Thorntonbank" goedgekeurd en zijn ingediend voor het windturbinepark van "Belwind" op de "Bligh Bank". Daarom zal bijkomend het cumulatieve effect van deze 3 windturbineparken tijdens de exploitatiefase berekend worden. Deze cumulatieve effecten worden in een apart hoofdstuk 5 besproken.

## **EFFECTBEOORDELING EN MILDERENDE MAATREGELEN**

Ten behoeve van de effectbeoordeling wordt het te verwachten omgevingsgeluid vergeleken met het oorspronkelijke omgevingsgeluid.

In het geval mogelijke geluidshinder wordt verwacht, worden remediërende maatregelen voorgesteld.

### **4.5.2 Referentiesituatie**

#### **4.5.2.1 Algemene situering**

Het windturbinepark wordt gebouwd op een zandbank genaamd de "BANK ZONDER NAAM" gelegen op ca. 38 km van de Belgische kust. Op 15 mei 2006 werd aan ELDEPASCO een domeinconcessie toegekend met een oppervlakte van ca. 9 km<sup>2</sup>. Op 29 augustus 2008 heeft ELDEPASCO een wijziging en uitbreiding van de domeinconcessie aangevraagd tot een totale oppervlakte van ca. 14,5 km<sup>2</sup>. Onderhavig MER behandelt zowel het project op het oorspronkelijke concessiegebied met een gezamenlijk geïnstalleerd vermogen van caca. 144 MW (met 24-48 windturbines) als het uitgebreide project (met 36-72 windturbines) met een gezamenlijk geïnstalleerd vermogen van caca. 216 MW; het individueel vermogen van de windturbines zal 3 tot 7 MW bedragen. De inplanting van de 4 projectscenario's wordt weergegeven op Figuur 3.2.1.

Het windmolenpark wordt rondom voorzien van een veiligheidszone van 500 m.

In het midden van de zuidoostelijke grens van het windturbinepark wordt er een koppelings- en transformatorstation op een platform gebouwd.

De meest nabij gelegen woningen bevinden zich ten zuidoosten van het projectgebied op ongeveer 38 km afstand van de grenzen van het projectgebied. Deze woningen zijn gelegen in het woongebied van Zeebrugge.

#### **4.5.2.2 Bepaling van het huidige omgevingsgeluid**

## **OMGEVINGSGELUID ONDER WATER**

Geluid gedraagt zich onder water anders dan in de lucht: de snelheid is vijf maal hoger en het geluid plant zich ook veel verder voort. Het omgevingsgeluid onder water nabij de "Bank zonder naam" wordt

bepaald door twee groepen geluidsbronnen, met name de natuurlijke geluiden en de antropogene geluiden. Elke groep bestaat uit tal van geluidsbronnen.

### Natuurlijke geluidsbronnen:

Enkele voorbeelden van natuurlijke geluidsbronnen zijn:

- wrijving van de watermassa's tegen elkaar en tegen de zeebodem (stromingen);
- wrijving van de wind tegen het wateroppervlak en de daaruit voortvloeiende energiecascades (golven, turbulentie...);
- regeninslag op het oppervlak;
- geluid van levende organismen (vissen, garnalen, zeezoogdieren...).

### Antropogene geluidsbronnen

Enkele voorbeelden van antropogene geluidsbronnen zijn:

- scheepvaart;
- seismisch onderzoek;
- luchtvaart;
- industriële activiteiten op zee (o.a. windmolenparken, gaspijpleiding...).

De diepte is bepalend voor het omgevingsgeluid onder water. Bij een grotere diepte daalt het geluidsniveau lichtjes. In ondiep water, zoals bijvoorbeeld de Bank Zonder Naam (max. 25 m), ligt het achtergrondniveau hoger door de golfslag en bijgevolg door het snelstromend water. In ondiep water verdwijnen laagfrequente signalen (< 200 Hz) door interactie met de bodem, geulranden en het wateroppervlak, ook 'tunneleffect' genoemd.

Bij ondiepe waters speelt de wind een belangrijke rol in omgevingsgeluid onder water. Zo zullen bij een hogere windsnelheid de golven hoger zijn en meer geluid produceren. Ook het vallen van regendruppels op het zeeoppervlak kan hoge geluidsniveaus met zich meebrengen. Het omgevingsgeluid onder water bij een uitzonderlijke zware regenval ligt tussen de frequenties 100 en 1000 Hz, zo'n 10 dB (re  $1\mu\text{Pa}$ )<sup>16</sup> hoger dan het normale maximum omgevingsgeluid onder water (Heindsman et al 1955). Bij storm kan het natuurlijke aanwezige achtergrondniveau tot meer dan 100 dB (re  $1\mu\text{Pa}$ ) bij 30 Hz en 85 dB (re  $1\mu\text{Pa}$ ) bij 16 kHz stijgen (MER 1999). Garnalen kunnen het achtergrondgeluidsniveau sterk verhogen tot ongeveer 100 dB (re  $1\mu\text{Pa}$ ) bij 8 kHz (Knudsen et al, 1948).

Aan de hand van talrijke metingen van het omgevingsgeluid onder water in de Noordzee door Urick (Urick, 1983), werd er een boven en beneden limiet van het omgevingsgeluid onder water gevonden (zie Figuur 4.5.1).

Het geluid en de trillingen van scheepsmotoren vormen één van de belangrijkste geluidsbronnen van menselijke oorsprong. Het geluid en de trillingen vanuit de machinekamer, het propellerlawaaï en het geluid afkomstig van de stromingen zorgen voor een verhoging van het omgevingsgeluidsniveau onder water. Het kanaal tussen Engeland en het vaste land wordt in de literatuur als een "hot-spot" beschouwd voor het onderwatergeluid, veroorzaakt door de grote dichtheid van de scheepvaart. Op 100 m afstand

---

<sup>16</sup> De logaritmische schaal van het geluidsvermogen ( $L_p$ ) wordt als volgt gedefinieerd:  $L_p = 20 \log(P/P_0)$ . Onder water is de referentiewaarde  $P_0$  gelijk aan  $1\mu\text{Pa}$  terwijl in lucht een referentiewaarde van  $20\mu\text{Pa}$  wordt gebruikt. In de lucht wordt het logaritmische geluidsvermogen dikwijls in 'dB(A)' weergegeven, waarbij een frequentiecorrectie in verband met de gevoeligheid van het menselijk oorg ook is toegepast. Om het volledige frequentiebereik te karakteriseren wordt er een lage frequentie (30 Hz) en een hoge frequentie (16 kHz) weergegeven.

werd een geluid van een aantal kleinere schepen tussen 1 kHz tot 15 kHz gemeten van 100 dB (re 1  $\mu$ Pa) tot 115 dB (re 1  $\mu$ Pa) (Verboom, 1991). Figuur 4.5.1 geeft de minimale en maximale geluidsniveaus weer van vissersschepen gemeten op 1 m afstand van het schip (MER 1999). Het scheepsgeluid kan propageren over een grote afstand (zelfs 16 km) zonder noemenswaardige verzwakking. Het geluidsniveau veroorzaakt door het voorbijvaren van een schip zorgt echter maar voor een tijdelijke verhoging van het geluidsniveau.

Het onderzoek naar het brongeluid (breedband) dat bij baggeren geproduceerd wordt, gaf resultaten van 172 tot 185 dB (re 1  $\mu$ Pa @ 1 m), met pieken rond 100 Hz. Bij een andere studie werd een brongeluid berekend van maximum 177 dB (re 1  $\mu$ Pa @ 1 m), de piekfrequenties lagen tussen 80 en 200 Hz. Op 430 meter en 1500 meter afstand van een baggerschip werden geluidsniveaus van 138 respectievelijk 131 dB (re 1  $\mu$ Pa @ 1 m) gemeten (BMM (2007c)).

Bij het seismisch onderzoek naar de bodemgesteldheid van de zee, op zoek naar olie en gas, gebruikt men luchtkanonnen ("airguns"). Deze geven een reeks laagfrequente krachtige geluidsgolven (zie Figuur 4.5.1) die ter hoogte van de bron (op 1 m) ongeveer 215 dB (re 1  $\mu$ Pa) geven bij 100 Hz.

Daar het projectgebied onder een vliegcorridor gelegen is, kan het omgevingsgeluid onder water beïnvloed worden door het geluid afkomstig van de luchtvaart. Figuur 4.5.1 toont het minimum en maximum geluidsniveau onder water ten gevolge van de luchtvaart.

Naar aanleiding van het windturbinepark van C-Power op de Thorntonbank werd er een monitoring (Henriet et al, 2006) van het onderwatergeluid op de Thorntonbank uitgevoerd om de referentietoestand te bepalen vooraleer het windturbinepark geconstrueerd wordt. De meest representatieve meetreeks bij gunstige weersomstandigheden (zeegang 1-2 Beaufort) wordt ook weergegeven in Figuur 4.5.1. Hieruit kan er besloten worden dat het omgevingsgeluid onderwater ter hoogte van de Thorntonbank gelegen is tussen de boven- en onderlimiet van Urick tussen 90 en 100 dB (re 1  $\mu$ Pa) in het frequentiegebied 100 Hz tot enkele kHz in ondiepe kustwateren (Urick, 1983).

Een belangrijke opmerking is dat het omgevingsgeluid ook seizoenaal gebonden is, zo kan het geluid in de zomer tot 7 dB hoger zijn dan in de winter. Dit kan het gevolg zijn van een verschil in scheepsdensiteit, in weersomstandigheden, in stromingen, in biologische activiteit of in propagatie.

#### **Figuur 4.5.1 : Natuurlijke en menselijke geluidsbronnen van het omgevingsgeluid onder water**

### **OMGEVINGSGELUID BOVEN DE WATERSPIEGEL IN VOLLE ZEE (OFFSHORE)**

Van het op water heersende omgevingsgeluid is weinig bekend. Geluidsmetingen op het water zijn namelijk moeilijk te meten door het bijkomende lawaai van de golven tegen de meetboot. Boven water zal het omgevingsgeluid vooral bepaald worden door het geluid van watervogels en vliegtuigen. Gezien het windturbinepark onder een luchtvaartcorridor ligt, werd ter indicatie van het omgevingsgeluid boven water, het omgevingsgeluid van op het land onder dezelfde corridor gebruikt. In 'het onderzoek naar het stiltekarakter van gebieden' van de universiteit Gent in opdracht van AMINAL 1 (Decloedt et al, 1998) werden er omgevingsmetingen uitgevoerd nabij de kust rond het Zwin, die onder dezelfde vliegcorridor gelegen is. Op basis van deze omgevingsmetingen wordt het omgevingsgeluid boven water geraamd op  $35 \pm 5$  dB(A).

### **OMGEVINGSGELUID BOVEN DE WATERSPIEGEL AAN DE KUST (ONSHORE)**

De wind en de golven overheersen het geluidsniveau op het strand. Volgens meerdere studies en metingen is het geluid afhankelijk van de windkracht en windrichting (de verschillende literatuurstudies worden uitbundig besproken in het Mer van C-Power (MER, 2003)). De gemiddelde waarde ligt tussen 50 en 65 dB(A) op 25 m van de kustlijn.

In de kustzone zal het omgevingsgeluid verschillen van plaats tot plaats, afhankelijk van de verkeerssituatie, de vegetatie, het afschermend effect van eventuele gebouwen, enz. In deze kustzone (Zeebrugge) zal ter hoogte van de woningen het geluid van de branding veel lager zijn of niet meer hoorbaar zijn. Het achtergrondgeluidsniveau ter hoogte van de woningen (voornamelijk dan gedurende de nacht) zal dus meestal lager liggen dan het achtergrondgeluidsniveau aan de kustlijn. Uit oriënterende metingen aan de Polders in Nederland (MER 1998) blijkt dat het omgevingsgeluid langs de Noordzee gemiddeld tussen de 30 en 40 dB(A) ligt, gedurende de nachtperiode (de meest kritische periode door de afwezigheid van menselijke activiteiten).

Volgens het gewestplan bestaat de dichtstbijgelegen kustzone met woningen uit woongebied en natuurgebied. Indien als referentiesituatie de VLAREM II milieukwaliteitsnormen genomen worden voor het woongebied en natuurgebied, worden de strengste richtwaarden (nacht) respectievelijk 35 en 30 dB(A) aangenomen.

## **BESLUIT**

Onder water ligt het natuurlijk achtergrondgeluidsniveau ongeveer tussen 90 en 100 dB (re 1μPa) in het frequentiegebied 100 Hz tot enkele kHz. Natuurlijke geluiden zijn hierin de belangrijkste bijdrage. Voorbijvarende schepen kunnen echter wel voor een tijdelijke verhoging van het geluidsdrukkniveau (110-120 dB (re 1 μPa)) in hetzelfde frequentiegebied zorgen.

Boven water wordt het achtergrondgeluidsniveau (LA95) geraamd op  $35 \pm 5$  dB(A).

Uit literatuurgegevens blijkt dat aan de kustlijn het achtergrondgeluidsniveau tussen 50 en 65 dB(A) ligt op 25 m van de kustlijn. Dit geluidsdrukkniveau is afhankelijk van de windrichting en windsnelheid.

Ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen ligt het achtergrondgeluid tussen de 30 en 40 dB(A).

### **4.5.3 Autonome ontwikkeling**

Op het gebied van geluid is er globaal gezien geen significante verandering te verwachten bij de autonome ontwikkeling van het gebied. Het onder watergeluid zal weinig evolueren doordat er geen noemenswaardige toename van de scheepvaart verwacht wordt in het ondiepe kustwater boven deze zandbank. Enkel de constructie en de exploitatie van de windturbineparken van C-Power (Thorntonbank) en Belwind (Bligh Bank) zullen voor een verandering zorgen. De cumulatieve effecten van de 3 windturbineparken worden verder besproken onder hoofdstuk 5 "beschrijving van de cumulatieve effecten".

### **4.5.4 Effecten**

Algemeen kan gesteld worden dat de beschreven effecten gelijkaardig zullen zijn voor de verschillende scenario's in het oorspronkelijke en het uitgebreide concessiegebied. Indien relevant wordt een onderscheid gemaakt.

#### **4.5.4.1 Constructiefase**

## **IDENTIFICATIE VAN DE RELEVANTE GELUIDSBRONNEN**

Er zijn drie types funderingen die voor dit project kunnen gekozen worden: de monopaal fundering, de multipode/jacketstructuur fundering en de graviteitsfundering. De funderingen worden zoveel mogelijk geprefabriceerd aan wal en vervolgens getransporteerd naar het projectgebied, waar de

funderingselementen op de correcte plaats ingeheid (monopaal en multipode/jacketstructuur fundering) of geplaatst (graviteitsfundering) zullen worden.

De monopaal of de jacketstructuur fundering zullen verscheept worden naar een Jack-up ponton (opgehesen ponton om onafhankelijk van de golfcondities te kunnen werken) vanwaar ze met een kabelkraan de monopaal of de jacketstructuur fundering op de juiste locatie plaatsen en de palen in de bodem heien met behulp van een hydraulische heihamer. Dit gebeurt meestal in 2 fasen, namelijk het intrillen gevolgd door het inhameren. Voor wat de graviteitsfundering betreft wordt de inplantingsplaats van de windturbine vlakgebaggerd en wordt er een funderingsbed aangelegd. Vervolgens worden de prefab graviteitsfunderingen afgezonken. Wat de specifieke aspecten van de bouwwerkzaamheden betreft, kunnen er bijgevolg 2 significante geluidsbronnen onderscheiden worden die voor een mogelijke toename van de geluidsemissies zorgen:

- heien van de funderingen (voor monopaal en de jacketstructuur fundering);
- baggeren (enkel voor graviteitsfundering)
- scheepsverkeer

### Onder water

Bij de aanleg van het windturbinepark zal vooral door het heien van de funderingen voor de turbines (monopaal en de jacketstructuur fundering) een tijdelijke verhoging van de geluidsbelasting onder water in de omgeving voorkomen. Tijdens het heien komen er tussen de 30-60 slagen per minuut met elke slag een duur tussen de 50 en 100 ms voor. Het impulsgeluid (niet continue geluid) van het heien kan op 3 manieren worden overgedragen naar het water, namelijk indirect vanuit de lucht naar het water, direct via de paal en in mindere mate indirect via de bodem. Het geluidsdrukniveau onder water ten gevolge van het heien van palen is bijgevolg sterk afhankelijk van de diameter en de lengte van de paal.

Uit literatuurgegevens (Thomson et al, 2006) volgt dat er op een afstand van 30 m een maximaal geluidsdrukniveau van 205 dB re 1  $\mu$ Pa werd gemeten (Utgrunden Zweden, diameter paal 3 m en lengte paal 34 m). In deze meting was er een SEL<sup>17</sup> (1 s) tussen de 140 en 180 dB (re 1  $\mu$ Pa) met een piekwaarde bij 250 Hz gemeten.

In diezelfde literatuurstudie (Thomson et al, 2006) worden ook de meetresultaten van het heien van palen in Duistland (diameter paal 1,5 m en lengte 30 m) weergegeven waaruit volgt dat op een afstand van 1 m van de paal er een maximaal geluidsdrukniveau van 228 dB re 1  $\mu$ Pa werd gemeten. Figuur 4.5.2 geeft de meetresultaten weer van deze heiactiviteiten op 400 m afstand. Opnieuw worden er piekwaarden vastgesteld bij 125 en 315 Hz. De maximale geluidsdrukniveaus zijn gemiddeld 20 dB hoger dan de SEL (1s) die hier tussen de 120 en 160 dB (re 1  $\mu$ Pa) liggen.

In deze literatuurstudie werd er besloten dat er voor het weergegeven spectrum in Figuur 4.5.2 per 1/3 octaafband 10 dB dient opgeteld worden om een representatiever resultaat te bekomen voor windturbineparken die in de nabije toekomst zullen gebouwd worden (anno 2006). Uit deze Figuur 4.5.2 blijkt ook dat de pieken in het spectrum zich vooral tussen 100 en 1000 Hz bevinden.

### **Figuur 4.5.2: Onderwater geluidsniveau opgemeten tijdens heiactiviteit Duitsland (Thomson et al, 2006)**

Voor het plaatsen van een graviteitsfundering dient de toplaag van de zeebodem weggebaggerd te worden. In de samenvattende studie (Nedwell & Howell, 2004) werd het spectrum van 2 baggerschepen

---

<sup>17</sup> SEL: sound exposure level: gemiddeld geluidsniveau over 1 seconde; dit wordt gemeten door de som van de energie die vrijkomt bij een impulsgeluid (bijvoorbeeld heien) en bijgevolg het niveau berekenen van een continue geluid over 1 seconde waarbij dezelfde energie vrijkomt.

weergegeven waaruit volgt dat de pieken in het spectrum zich vooral tussen 80 en 200 Hz bevinden en er een maximum op 1 m van 177 dB (re 1  $\mu$ Pa) voorkomt in deze frequentiezone.

Door de constructiefase zal er onafhankelijk van het gekozen funderingstype een toename zijn van de scheepvaart. In punt 4.5.2.2 van dit MER werd al aangetoond dat voorbijvarende schepen lokaal een belangrijke tijdelijke verhoging van het omgevingsgeluid onder water van 110 tot 120 dB (re 1  $\mu$ Pa) (afhankelijk van het schip), in het frequentiegebied 100 Hz tot enkele kHz, met zich meebrengen. Het scheepsgeluid kan propageren over een grote afstand (zelfs 16 km) zonder noemenswaardige verzwakking.

### Boven water

Bij de aanleg van het windturbinepark zal vooral door het heien van de funderingen voor de turbines een tijdelijke verhoging van de geluidsbelasting in de omgeving voorkomen. Het bronvermogen van een heiblok wordt bepaald door de klap van het blok op de heipaai. Dit geeft een duidelijke piek in de geluidsbelasting. Voor het heien van de monopile of multipode fundering en eventueel voor de fundering van de caissonfundering zal er gebruik gemaakt worden van een hydraulisch heiblok. Het geluidsvermogen van een hydraulische heihamer is volgens literatuurgegevens 115 dB(A). De bronvermogens kunnen worden gereduceerd door bijvoorbeeld het aanbrengen van een geluidsdempende mantel om het heiblok. Dit geeft een geluidsreductie van ongeveer 14 dB(A) (bronvermogen van hydraulische heihamer met mantel: ca. 101 dB(A)).

## **BEREKENING EN BEOORDELING VAN HET SPECIFIEKE GELUID**

### Onder water

Uit voorgaande volgt dat het geluidsdrukniveau onder water sterk afhankelijk is van de diameter en de lengte van de paal. Afhankelijk van het funderingstype zal de diameter van de paal bij een monopile tussen 6 en 8 m en voor een jacketstructuur fundering tussen 2 en 4 m dik zijn. Er is echter een leemte in de kennis daar er nog geen geluidsmetingen onder water werden uitgevoerd tijdens het heien van palen die dezelfde dimensies hebben als deze die zullen geheid worden voor het Eldepasco windturbinepark.

In een samenvattende studie (Nedwell & Howell, 2004) werden er verschillende opmetingen van het onderwater geluid tijdens het heien vergeleken. Hier werd er besloten dat er kan aangenomen worden dat er een SEL<sup>17</sup> (1 s) tussen de 210 en 215 dB (re 1  $\mu$ Pa) met een piekwaarde bij 250 Hz gemeten kan worden op een afstand van 1 m van de funderingspaal. Dit komt ongeveer overeen met een maximum geluidsdrukniveau (SPL) tussen 192 en 261 dB (re 1  $\mu$ Pa) op 1 meter afstand (Nedwell & Howell, 2004), afhankelijk van de diameter van de paal, de geologie en de bathymetrie van het windturbinepark. Op 400 m afstand van de funderingspaal kan er nog een SEL<sup>17</sup> (1 s) tussen de 130 en 170 dB (re 1  $\mu$ Pa) met een piekwaarde bij 250 Hz verwacht worden (Thomson et al, 2006) (Figuur 4.5.2).

Er kan verondersteld worden dat het geluidsdrukniveau onderwater voor het heien van de multipode fundering (diameter 2 – 3 m) lager zal zijn dan bij het heien van de monopile (diameter 6 – 8 m), maar dat de periode waarin geheid zal worden langer zal duren voor het plaatsen van de multipode fundering.

Op 430 m en op 1500 m van een baggerschip werd er respectievelijk een geluidsdrukniveau van 138 dB (re 1  $\mu$ Pa) en 131 dB(re 1  $\mu$ Pa) gemeten (Nedwell & Howell, 2004). Dit gemeten transmissieverlies komt nagenoeg overeen met het berekende transmissieverlies van Thiele (Thiele, 2002) en zal verder onder een volgend hoofdstuk 4.5.4.2 besproken worden. Hieruit volgt dat er een verlies van 4,5 dB bij een verdubbeling van de afstand van het baggerschip zal voorkomen. Het geluid van een baggerschip kan bijgevolg tot op relatief grote afstand nog verder propageren zonder al te veel attenuatie. Er dient ook opgemerkt te worden dat ter hoogte van de exploitatiezone mogelijks een tunneleffect onderwater kan



voorkomen in ondiep water, waarbij de laagfrequente signalen <200 Hz verdwijnen door reflecties tegen de bodem, geulranden en het wateroppervlak.

Gezien het kanaal tussen Engeland en het vaste land een "hot-spot" is voor het onderwatergeluid, veroorzaakt door de grote dichtheid van de scheepvaart, zullen de bijkomende scheeptransporten ten behoeve van de constructiefase van het windturbinepark (onafhankelijk het funderingstype) geen significante hinder veroorzaken. Het geluidsniveau veroorzaakt door voorbijvaren van een schip zorgt echter voor een graviteitsfundering maar voor een tijdelijke verhoging van het geluidsniveau.

#### Boven water

Tabel geeft de berekende afstanden weer overeenkomend met verschillende specifieke geluidsniveaus voor een hydraulisch heiblok met en zonder mantel. De afstanden overeenkomend met verschillende geluidsniveaus werden volgens ISO9613 berekend met het IMMI rekenmodel. Voor de atmosferische attenuatie (atmosferische geluidsvermindering) werd een temperatuur van 15 °C en 80 % relatieve vochtigheid aangenomen. De ontvangsthoopte is 4 m boven het zeeoppervlak en het zeeoppervlak is voor het gehele studiegebied hard verondersteld. De bekomen resultaten gelden voor een belastende wind en er is geen meteorologische correctie (onder de meest ideale overdrachtsomstandigheden met de wind die waait van bron naar ontvanger) uitgevoerd.

Uit de tabel volgt dat bij het hydroblok zonder mantel de 35 dB(A) contour al op een afstand van 1,5 km van de bron wordt bereikt. Het windturbinepark zal echter op een afstand van 38 km van de kustlijn gelegen zijn, hierdoor zal het achtergrondgeluidsniveau op het strand niet overschreden worden. In het werfgebied zelf zal de verstoring wel belangrijk zijn door het geluid ten gevolge van het heien. Er dient echter opgemerkt te worden dat de extra geluidsbelasting niet continu is.

**Tabel 4.5.1: Berekende afstanden (ISO9613) in meter overeenkomend met verschillende geluidsniveaus voor twee verschillende types heitoestellen**

<i>Specifieke geluidsniveau</i>	<i>Hydroblok (115 dBA)</i>	<i>Hydroblok met mantel (101 dBA)</i>
<i>50 dB(A)</i>	400	110
<i>45 dB(A)</i>	650	170
<i>40 dB(A)</i>	1000	250
<i>35 dB(A)</i>	1500	420

De funderingselementen en de windturbines worden verscheept naar de site. Door het bijkomend vrachtvervoer op zee wordt er een lokale toename van het omgevingsgeluid boven water verwacht langsheen de vaarroute.

Deze tijdelijke stijging in scheepvaartverkeer zal voor tijdelijk verhoogde geluidsniveaus zorgen. De invloed van de bijkomende schepen op het totale omgevingsgeluid boven water is echter globaal verwaarloosbaar ten opzichte van de normale scheepvaart.

#### **BESLUIT**

Samenvattend worden de effecten van geluid gedurende de constructiefase voor de verschillende funderingstypes met elkaar vergeleken (significant positief (++), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--)).

	<i>Monopile</i>	<i>Jacketstructuur fundering</i>	<i>Graviteitsfundering</i>
Onderwater geluid heien	-	0/-	0
Bovenwater geluid heien	0/-	0/-	0
Scheepvaart	0	0	0
Baggeren	0	0	0/-+

Ondanks bepaalde effecten als matig negatief worden ingeschat, is de relatieve impact slechts tijdelijk en bijgevolg aanvaardbaar.

#### **4.5.4.2 Exploitatiefase**

### **IDENTIFICATIE VAN DE RELEVANTE GELUIDSRONNEN**

#### Onder water

Het geluid kan ook hier op drie manieren worden overgedragen naar het water, namelijk indirect vanuit de lucht via het grensvlak lucht-water, direct via de mast of indirect via de bodem. Het tweede pad is dominant. De afmetingen van het onderwatergedeelte van de mast (diepte water) en de diameter van de windturbinepaal bepalen mee hoeveel geluid in het water ontstaat.

Bij een hogere windsnelheid kan de intensiteit van mastgeluid toenemen, zo zal een deel van de geluiden uit de gondel een hogere intensiteit en frequentie krijgen. De hogere intensiteit gaat echter gepaard met een toename van het achtergrondgeluid, doordat bij sterkere wind ook de waterbeweging en –afhankelijk van de diepte- ook het zandtransport zal toenemen.

Over de geluidsniveaus van windturbines die in aanmerking komen voor het project in het omringende zeewater zijn geen gegevens bekend. Twee steekproefmetingen uit de literatuur en twee studies over de geluidsimpact van windturbines onderwater zijn daarom verkennend van aard [(EIA, 2000), (Haskoning, 1999), (Odegaard & Danneskiold-Samsøe a/S, 2002) en (Nedwell & Howell, 2004)].

In Denemarken in het Gotland windmolenpark (EIA, 2000) werden 2 metingen onder water uitgevoerd op een afstand van 20 m van een windturbine met nominaal vermogen van 0,550 MW, éénmaal met de windturbine in werking (totaal geluidsniveau) en daarna met de windturbine uitgeschakeld. Uit deze metingen kan geconcludeerd worden dat het maximale verschil van 25 dB bij 160 Hz gemeten werd tussen het totale geluidsniveau en het achtergrondgeluidsniveau. Het specifieke geluid van deze windturbine onder water wordt bijgevolg bekomen door het achtergrondgeluidsniveau (WT uitgeschakeld) logaritmisch af te trekken van het gemeten geluidsniveau met de windturbine in werking. Wel dient er opgemerkt te worden dat het achtergrondgeluidsniveau (WT uitgeschakeld) ook het geluid door stroming rond de mast en het geluid door golven tegen de mast bevat. Figuur 4.5.3 toont de specifieke immissie op 20 m van de windturbine onder water.

Ook in het windturbinepark Irene Vorrink, gelegen in het IJsselmeer nabij Lelystad, zijn oriënterende geluid- en trillingsmetingen uitgevoerd onder water nabij een windturbine van het type NTK 600/42 met een nominaal vermogen van 0,6 MW (Odegaard & Danneskiold-Samsøe a/S, 2002). De metingen werden wel bij relatief lage windsnelheden uitgevoerd waardoor de windturbine op niet meer dan 30 procent van het nominale vermogen (0,6 MW) draaide. De windturbine staat in ondiep water met als diepte 4,2 m. Ook hier werden 2 metingen uitgevoerd: één meting van het totale geluidsniveau (windturbine en achtergrondgeluid) gebeurde op 14 m van de windturbine en een tweede meting van het achtergrondgeluidsniveau op een grotere afstand van de windturbine. Door beide metingen logaritmisch af te trekken bekomt men het specifieke geluid van de windturbine onderwater. Verschillend met de

metingen van Denemarken is dat hier het geluid door stromingen rond de mast en golven tegen de mast nu wel deel uitmaken van de specifieke immissie van de windturbine. Ook het specifiek geluid van de windturbine uit Nederland wordt weergegeven in Figuur 4.5.3.

**Figuur 4.5.3 : Het specifieke geluid onderwater van twee windturbines op twee verschillende afstanden**

Het belangrijk verschil tussen beide meetresultaten kan toegewezen worden aan :

- het verschil in windturbines (0,550 MW in Denemarken en 0,6 MW in Nederland);
- de windturbine in Nederland draaide maar aan 30% van zijn nominaal vermogen;
- het verschillend kustgebied zoals bijvoorbeeld andere bodem of andere diepte. In ondiep water worden de zeer lage frequenties (<200 Hz) namelijk uitgedoofd doordat de geluidsgolf diep binnendringt in de bodem en daar geabsorbeerd wordt, het zogenaamde tunneleffect.
- Het achtergrondgeluidsniveau werd verschillend gemeten, zo zit het stromingsgeluid rond de mast en het golfgeluid tegen de mast wel in het specifieke geluid berekend in Nederland, maar niet in het specifieke geluid berekend in Denemarken.

Het specifieke geluid van een windturbine bestaat vooral uit frequenties kleiner dan 1 kHz. Zeer hoge frequenties (>100 kHz) worden zeer sterk geabsorbeerd door zeewater en lage frequenties (<200 Hz) door de bodem (tunneleffect). Voor frequenties beneden de 1 kHz is de absorptie echter verwaarloosbaar en kunnen zo tot kilometers ver nog hoorbaar zijn.

In Utgrunden in Zweden werd er in 2005 een 1,5 MW windturbine onderwater gemeten op een afstand van 110 m (Nedwell & Howell, 2004). Bij een gemiddelde windsnelheid van 12 m/s werd het 1/3 octaafband spectrum gemeten waaruit volgt dat er een geluidsdrukniveau werd vastgesteld tussen <90 en 115 dB<sub>Leq</sub> re 1 µPa op 1m afstand. Met bij 50 Hz, 160 Hz en 200 Hz respectievelijk een geluidsdrukniveau van 111 dB, 112 dB en 111 dB (re 1 µPa).

In een studie over de impact van windturbines onderwater (Westenberg, 1990-1993) werd het geluid van een 2MW windturbine voorspeld bij een windsnelheid van 8 m/s en op een afstand van 20 meter van de windturbine. Deze voorspelling gebeurde aan de hand van enerzijds twee onderwater metingen nabij een windturbine met een monopilefundering in het windturbinepark in Gotland Denemarken (0,550 MW windturbine zie vorige paragraaf) en een gelijkaardige onderwater meting in het windturbinepark Vindeby waar het onderwater geluid en de trillingen van een windturbine met een nominaal vermogen van 450 kW en een beton fundering werd opgemeten en anderzijds door de trillingen van een 2MW windturbine op het land te meten. Uit deze gegevens werd het onderwatergeluid van een 2 MW windturbine voorspeld. Door het omgevingsgeluid onderwater bij een windsnelheid van 8 m/s logaritmisch af te trekken van het voorspelde specifieke geluid van de 2MW windturbine onderwater, bekomt men het berekende specifieke geluid van een 2MW windturbine onderwater. Dit specifieke geluid wordt voor beide funderingen weergegeven in Figuur 4.5.3. Hieruit kan geconcludeerd worden dat er voor een 2 MW windturbine vermoedelijk een hogere geluidsemmissie onder water zal optreden bij de lage frequenties (<100 Hz). Bij de vergelijking van de 2 verschillende funderingstypes blijkt de betonfundering een hoger geluidsniveau te hebben dan de stalen monopile fundering bij frequenties kleiner dan 50 Hz. Maar de 2MW windturbine met de betonfundering is wel stiller in het frequentiebereik tussen 50 en 500 Hz. De studie vermeldt wel de grote onzekerheid bij deze voorspellingen en verklaart dat het geluidsspectrum en het -niveau hoogstwaarschijnlijk zal afhangen van de dimensies en de constructie van de fundering.

Deze conclusie werd ook aangehaald in (EIA, 2000). We beschikken echter niet over een omrekening naar een 3 MW of 6 MW windturbine. Een belangrijke leemte in de kennis is bijgevolg het onderwater geluid van het type windturbines die zullen gebruikt worden in het windturbinepark van Eldepasco. (3 MW of 6 MW) bij verschillende werkcondities.

Een studie over het onderwatergeluid van een 0,220 MW windturbinepark nabij Nordersund in de Hanö baai (Westenberg, 1990-1993) besluit dat het geluid van het windturbinepark, naargelang de windsnelheid stijgt, simultaan verhoogd met het achtergrondgeluid. Enerzijds zal het geluid voor frequenties boven de 50 Hz proportioneel stijgen met het kwadraat van de windsnelheid. Met andere woorden zal bij een verdubbeling van de windsnelheid het geluid stijgen met 6 dB(A). Anderzijds zal het infrageluid stijgen met 10-12 dB(A) bij een verdubbeling van de windsnelheid (t.g.v. de golven die frequenter breken). Bijgevolg zal bij een bepaalde windsnelheid het geluid van het windturbinepark onder water hoorbaar zijn in de lage frequenties. Er dient opgemerkt te worden dat ter hoogte van de exploitatiezone mogelijks een tunneleffect onderwater kan voorkomen in ondiep water, waarbij de laagfrequente signalen <200 Hz verdwijnen door reflecties tegen de bodem, geulranden en het wateroppervlak.

## Boven water

### *Windturbines*

Tijdens de exploitatie van het windturbinepark, vormen de windturbines de belangrijkste geluidsbron. Het geluid dat een windturbine produceert wordt over het algemeen veroorzaakt door het suizen van de rotorbladen in de wind. De turbines die in het windturbinepark op de Bank Zonder Naam zullen gebruikt worden, zijn van een type waarbij de wieken windopwaarts van de mast draaien zodat geen impuls karakter ten gevolge van de interactie van de schoep met de turbulentie achter de mast te verwachten is. De draaisnelheid van de windturbines is variabel, afhankelijk van de windsnelheid. De geluidsproductie zal toenemen naarmate de windsnelheid groter wordt. Windturbinebouwers kunnen door specifieke afstellingen en door het technische ontwerp van de turbine en de rotorbladen de geluidsproductie sterk beïnvloeden (vaak gaan deze maatregelen wel ten koste van de energieopbrengst).

Gelet op de snelle evolutie van de technologische ontwikkelingen van windturbines en gezien de aanzienlijke tijd die de vergunningsaanvragen in beslag nemen, kan Eldepasco zich vandaag nog niet uitspreken over de "best beschikbare technologie" die in 2011 beschikbaar zal zijn. Daar het type windturbine die zal geplaatst worden (REpower, Enercon, Vestas...) van de 3 MW of 6 MW windturbine die zal geplaatst worden nog niet bepaald is, is ook het geluidsvermogen van de gebruikte windturbine nog niet gekend. Literatuurgegevens wijzen uit dat er geen eenduidig verband aanwezig is tussen het elektrische vermogen van de windturbine en het geluidsvermogen niveau LW. Het geluidsvermogen niveau van een windturbine met een groter elektrisch vermogen kan stiller zijn dan een windturbine van een kleiner elektrisch vermogen. Daar er echter wel geluidgegevens beschikbaar zijn van een 3 MW windturbine van Vestas V90 en van een 5 MW windturbine van REpower zullen deze 2 windturbines als representatief beschouwd worden voor respectievelijk een 3 MW en een 6 MW windturbine voor de 4 projectalternatieven van het windturbinepark van Eldepasco.

Tabel 4.5.2 geeft de beschikbare gegevens van de leverancier weer waarin de bronvermogens in functie van de windsnelheid wordt weergegeven van respectievelijk een 3 MW en een 5 MW windturbine die representatief zijn voor de 4 projectalternatieven (24 x 6MW, 48 x 3 MW, 36 x 6 MW of 72 x 3 MW).

Wanneer we onderstaande Tabel 4.5.2 bekijken zien we dat het geluidsvermogen niveau afhankelijk is van de windsnelheid. Dezelfde windturbine van REpower 5 MW heeft het grootste geluidsvermogen niveau bij een windsnelheid van 9 m/s (op 10 m hoogte gemeten).

**Tabel 4.5.2: Bronvermogens in functie van de windsnelheid aangeleverd door opdrachtgever**

	<i>Vestas V90 3MW</i>	<i>REpower 5 MW</i>
<i>Windsnelheid op 10 m hoogte</i>	Brongeluid dB(A)	Brongeluid dB(A)
<i>6 m/s</i>	105,2	108
<i>7 m/s</i>	107,6	110
<i>8 m/s</i>	109	112
<i>9 m/s</i>	109,4	113
<i>10 m/s</i>	108,7	112

Wanneer we echter respectievelijk rekenen met een bronvermogen LW van 108,7 dB(A) voor een 3 MW windturbine en met een bronvermogen LW van 112 dB(A) voor een 5 MW windturbine, gemeten bij een windsnelheid van 10 m/s zal dit een veilige benadering zijn van het maximale bronvermogen van een windturbine van 3 MW of 6 MW onafhankelijk van het type windturbine.

Daar ook de ashoogte van de te plaatsen windturbines nog niet gekend is en respectievelijk tussen 70-90 m ligt voor een 3 MW windturbine en tussen 90-110 m kan liggen voor een 5 MW windturbine gaan we voor de berekeningen van de hoogte van de geluidsbron uit van een representatieve gemiddelde masthoogte van respectievelijk 80 m voor een 3 MW windturbine en 100 m voor een 5 MW windturbine (masthoogte: van wateroppervlak tot rotor).

Het geluidsspectrum van een 1,5 MW windturbine werd opgemeten (Kaiser-Wilhelm-Koog-GMBH, 2000) bij verschillende windsnelheden conform DIN IEC Draft 88/48/ (DIN IEC 88/48/CDV, 1996). Het meetrapport vermeldt tevens dat op de meetafstand van 100 m geen uitgesproken directiviteit wordt vastgesteld. Er wordt geen impuls karakter vastgesteld conform DIN 45645, hetgeen in overeenstemming is met een rotor windopwaarts van de mast. Bij hoge windsnelheid wordt een tonale component opgemerkt bij ongeveer 190 Hz. De belangrijkste bijdrage tot de geluidsemisatie is afkomstig van aërodynamisch geluid dat opgewekt wordt aan de top van de schoepen.

Als indicatie wordt het geluidsspectrum van een 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbine (zie Bijlage 4) gekozen en opgeschaald naar het geschatte bronvermogen van 112 dB(A) voor een 6 MW en 108,7 dB(A) voor een 3 MW windturbine.

#### **Bijlage 4 Technische eigenschappen en geluidsspectrum van een 3,6 MW windturbine**

geeft een overzicht van de bronvermogens per octaafband voor een 3 MW of een 6 MW windturbine.

**Tabel 4.5.3 : Het geluidsspectrum en het geluidsvermogeniveau LW van een 5 MW of een 7 MW voor een ashoogte van gemiddeld 100 m boven de wateroppervlakte.**

<i>F(Hz)</i>	<i>31,5</i>	<i>63</i>	<i>125</i>	<i>250</i>	<i>500</i>	<i>1000</i>	<i>2000</i>	<i>4000</i>	<i>8000</i>	<i>Tot. Bronvermogen</i>
<i>Vestas V90 3 MW</i>	82,4	95,7	103,1	105,4	104,8	104,8	101,8	94,3	81,9	108,7 dB(A)
<i>REpower 5 MW (representatief voor 6 MW Windturbine)</i>	85,7	99	106,4	108,7	108,1	108,1	105,1	97,6	85,2	112 dB(A)

De windturbines zullen draaien bij een windsnelheid tussen 4 en 25 m/s. Het nominaal elektrisch vermogen van een 3 of 6 MW turbines wordt bereikt bij windsnelheden van de orde van 10 m/s op 10m hoogte. Op de Noordzee is de gemiddelde windsnelheid 7 tot 8 m/s op 10 m hoogte volgens een studie

voor Greenpeace (Söker & Schreiber, 2000) (deze snelheden gaan gepaard met windsnelheden tussen de 8 en 10 m/s ter hoogte van de as van de windturbine).

#### Transformator

In het windmolenpark wordt er een offshore transformatorplatform (TP) gebouwd. Naast de windturbines zal de aanwezige transformator (36kV/150) ook voor een geluidsbijdrage zorgen (mogelijks zullen er 2 transformatoren geplaatst worden). De elektriciteit die door de turbine wordt opgewekt, wordt in twee stappen opgetransformeerd. Een kleine transformator in de gondel transformeert naar 36kV. De geluidsemissie van deze transformator wordt samen met de emissie van de alternator afgeschermd en is niet merkbaar in het geluidsvermogenspectrum van de windturbine. Een tweede transformator transformeert de spanning van 33 kV naar 150 kV op het transformatorplatform.

Op het transformatorplatform zal een transformator instaan voor het optransformeren van de elektriciteit (van 33 kV naar 150 kV) afkomstig van windturbines. Tabel 4.5.4 geeft het vermogen van een stil type transformator van deze sterkte (125 MVA toestel).

**Tabel 4.5.4 : Vermogen van een stil type transformator**

<i>F(Hz)</i>	<i>31,5</i>	<i>63</i>	<i>125</i>	<i>250</i>	<i>500</i>	<i>1000</i>	<i>2000</i>	<i>4000</i>	<i>8000</i>	<i>Totaal</i>
<i>LW(dB(A))</i>	80	82	85	93	97	97	92	90	85	101,9

#### BEREKENING VAN HET SPECIFIEKE GELUID

##### Onder water

Het geluid kan zich onderwater cilindrisch of sferisch voortplanten. Bij het voortplanten van geluid is er een transmissieverlies (TL) ten gevolge van de verspreiding (cilindrisch of sferisch in functie van de afstand( $r$ )), ten gevolge van de absorptie ( $\alpha$ ) van het zeewater en ten gevolge van reflecties tegen de oppervlakte en de bodem.

$$TL = SL + \alpha r + \text{reflectie}$$

Met:

- TL = transmissieverlies
- SL = spreidingsverlies (cilindrische spreiding  $SL = 10 \log(r)$  en sferische spreiding  $SL = 20 \log(r)$ )
- $\alpha$  = absorptiecoëfficiënt
- $r$  = afstand

De absorptiecoëfficiënt is frequentieafhankelijk. Voor frequenties  $< 1000$  Hz is de absorptie kleiner dan 0,1 dB per km en bijgevolg niet significant voor windturbinegeluid tijdens de exploitatiefase. De reflectie is afhankelijk van de bodem, zo is er een hogere absorptie bij zachte bodems (bijvoorbeeld modder) en minder absorptie bij hardere bodems (bijvoorbeeld rotsen, zand).

Thiele (Thiele, 2002) heeft een formule ontwikkeld dat toepasbaar is voor de Noordzee met een waterdiepte tot 100 m, een zandbodem en een windsnelheid  $< 37$  km/uur. De Figuur 4.5.4 geeft de berekende transmissieverliezen weer in functie van de afstand.

#### **Figuur 4.5.4: Transmissieverlies berekend met 3 verschillende modellen: volgens Thiele, volgens een cilindrische spreiding en volgens een sferische spreiding)**

Hieruit volgt dat volgens Thiele voor 100 Hz er ongeveer een transmissieverlies van  $TL = 15 \log(r)$  aanwezig is. Dit komt overeen met een verlies van 4,5 dB bij een verdubbeling van de afstand. Rekening houdende met het spectrum ( $< 1000$  Hz) van het specifieke geluidsniveau van windturbines onderwater

(zie Figuur 4.5.3) kan er besloten worden dat deze formule van Thiele ( $TL = 15 \text{ LOG}(r)$ ) van toepassing is voor het windturbinegeluid onderwater. Dit bleek ook uit enkele metingen die vermeld staan in de studie (Nedwell & Howell, 2004).

Rekeninghoudende met een transmissieverlies van Thiele ( $TL = 15 \text{ LOG}(r)$ ) zal er op een afstand van 500 m (veiligheidszone) van de windturbine onderwater een transmissieverlies van 40 dB voorkomen, waardoor het specifieke geluid van de windturbine onderwater ( $\max 120 \text{ dB re } 1\mu\text{Pa} - 40 \text{ dB} = 80 \text{ re } 1\mu\text{Pa}$ ) vermoedelijk gemaskeerd zal zijn door het achtergrondgeluid.

### Boven water

Bij windsnelheden van de orde van 10m/s op 10 m zal de geluidspropagatie op grotere afstand beïnvloed worden door de windgradiënt. Zo zal bijvoorbeeld in de richtingen waarvoor zelden belastende wind heerst op jaargemiddelde basis de specifieke immissie lager zijn. Anderzijds kan in het bijzonder bij propagatie over een hard oppervlak (zeewater) het geluid door een tunneleffect sporadisch heel ver hoorbaar worden. Daarom worden hier twee situaties beschouwd: een matig belastende situatie en een "kritische situatie" voor windafwaartse propagatie.

Het specifiek geluid  $L_{sp}$  van het windturbinepark wordt in de matig belastende situatie berekend aan de hand van het overdrachtsmodel IMMI 6.3. In de berekeningen worden de geluidsbronnen (de windturbines en de transformator) voorgesteld als zijnde puntbronnen waarbij het geluid zich driedimensionaal voortplant. Bij de berekeningen wordt rekening gehouden met de geluidsafname t.g.v. de afstand ( $D_{geo}$ ), de bodeminvloed ( $D_{bodem}$ ) die voor het gehele gebied hard (zeewater) verondersteld wordt en de luchtabsorptie ( $D_{lucht}$ ). Voor de atmosferische attenuatie werd een temperatuur van 15 °C en 80 % relatieve vochtigheid aangenomen. De ontvangsthoopte is 4 m boven het zeeoppervlak en het zeeoppervlak is voor het gehele studiegebied hard verondersteld. De bekomen resultaten gelden voor een belastende wind en er is geen meteorologische correctie (onder de meest ideale overdrachtsomstandigheden met de wind die waait van bron naar ontvanger) uitgevoerd.

### **A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied**

In de werd het specifiek geluid boven water van het windturbinepark voor de 4 projectalternatieven (24 x 6MW, 48 x 3 MW, 36 x 6 MW of 72 x 3 MW), in een matig belastende situatie (volgens het overdrachtsmodel IMMI 6.3) berekend in functie van de afstand.

**Tabel 4.5.5: Berekend specifiek geluid boven water van een windturbinepark met 3 MW of 6 MW turbines, in een matig belastende situatie (volgens het overdrachtsmodel IMMI)**

Geluidsniveau (dB(A))	45	40	35	30	0	<50
Afstand (m)						
<b>A. Oorspronkelijk concessiegebied</b>						
Alternatief 1: 24 x 6 MW	750-1050	1300-1800	2100-3000	3400-4500	Ter hoogte van de waarnemer aan de kustlijn (op ca. 38 km)	Ter hoogte van de waarnemer aan de grens met Nederland
Alternatief 2: 48 x 3 MW	600-1050	1100-1800	1900-3000	3200-4500	Ter hoogte van de waarnemer aan de kustlijn (op ca. 38 km)	Ter hoogte van de waarnemer aan de grens met Nederland
<b>B. Uitgebreid concessiegebied</b>						
Alternatief 3:	700-	1200-	2000-	3300-	Ter hoogte van de	Ter hoogte van de

36 x 6 MW	1100	1900	3100	4800	waarnemer aan de kustlijn (op ca. 38 km)	waarnemer aan de grens met Nederland
Alternatief 4: 72 x 3 MW	550-1100	1000-1900	1800-3150	3200-4850	Ter hoogte van de waarnemer aan de kustlijn (op ca. 38 km)	Ter hoogte van de waarnemer aan de grens met Nederland

Figuur 4.5.5 t.e.m. Figuur 4.5.8 geven de geluidscontouren weer van het specifieke geluid boven water van het "Eldepasco" windturbinepark voor respectievelijk de 4 projectalternatieven met 24 windturbines van 6MW (alternatief 1), 48 windturbines van 3 MW (alternatief 2), 36 windturbines van 6 MW (alternatief 3) of 72 windturbines van 3 MW (alternatief 4), berekend met het IMMI 6.3 overdrachtsmodel.

**Figuur 4.5.5: Geluidscontouren van het specifieke geluid van het "Eldepasco" windturbinepark met 24 windturbines van 6 MW windturbines boven water berekend met het IMMI 6.3 overdrachtsmodel.**

**Figuur 4.5.6: Geluidscontouren van het specifieke geluid van het "Eldepasco" windturbinepark met 48 windturbines van 3 MW windturbines boven water berekend met het IMMI 6.3 overdrachtsmodel.**

**Figuur 4.5.7: Geluidscontouren van het specifieke geluid van het "Eldepasco" windturbinepark met 36 windturbines van 6 MW windturbines boven water berekend met het IMMI 6.3 overdrachtsmodel.**

**Figuur 4.5.8: Geluidscontouren van het specifieke geluid van het "Eldepasco" windturbinepark met 72 windturbines van 3 MW windturbines boven water berekend met het IMMI 6.3 overdrachtsmodel.**

Bij een belastende wind (NW-wind van windturbine park naar de kustlijn) kan het geluid als het ware gevangen worden in een zone die ontstaat door enerzijds het akoestisch harde zeeoppervlak en anderzijds de windgradiënt die het geluid naar beneden buigt (Björk, 1999). In deze zone kan aangenomen worden dat het geluid tweedimensionaal (volgens een cilinder) voort propageert zoals in Figuur 4.5.9. Uit gegevens van een andere MER (Mer seanergy windturbinepark Vlake van de Raan) wordt de straal van het kanaal gelijkgesteld aan 2 keer de ashoogte (2 x 80 m voor projectalternatieven 2 en 4 en 2 x 100m voor de projectalternatieven 1 en 3) van de windturbine (deze aanname is niet kritisch). Verder wordt er nog aangenomen dat alle windturbines zich in het midden van het windturbinepark bevinden, en wordt er rekening gehouden met de atmosferische absorptie bij 15 °C en 80 % RV. De afstand tussen het evaluatie punt op de kustlijn en het middelpunt van het windturbinepark is ca. 38 km. De meest kritische situatie wordt voor de 4 projectalternatieven berekend.

**Figuur 4.5.9 : Zone, waarin het geluid propageert, die ontstaat door enerzijds de windgradiënt en anderzijds het akoestisch harde zeeoppervlak**

Het specifieke geluid wordt ter hoogte van het meest kritische evaluatiepunt op de kustlijn berekend die het dichtst gelegen is bij het windturbinepark. Dit evaluatiepunt ligt op ongeveer 38 km van het "eldepasco" windturbinepark. Tabel 4.5.6 geeft voor de 4 projectalternatieven de berekende geluidscontouren weer.



**Tabel 4.5.6 : Berekend specifieke geluid van het windturbinepark boven water, in de meest kritische situatie**

<i>Geluidsniveau (dB(A)) – afstand in km</i>	<i>45 dB(A)</i>	<i>40 dB(A)</i>	<i>35 dB(A)</i>	<i>Ter hoogte van de kustlijn op 38 km</i>
<i>Alternatief 1: 24 x 6 MW</i>	8 km	14 km	24 km	30,7 dB(A)
<i>Alternatief 2: 48 x 3 MW</i>	9 km	15 km	26 km	31,4 dB(A)
<i>Alternatief 3: 36 x 6 MW</i>	10 km	17 km	29 km	32,4 dB(A)
<i>Alternatief 4: 72 x 3 MW</i>	10,5 km	18 km	31 km	33,1 dB(A)

## **BEOORDELING VAN HET SPECIFIEKE GELUID**

### Onder water

Bij de beoordeling van het onder water geluid dient er wel opgemerkt te worden dat er hier een grote leemte in de kennis bestaat over de geluidsimmissie en –emissie van de gebruikte windturbines (3 MW of 6 MW).

In Figuur 4.5.3 werd het specifieke geluid van enkele verschillende windturbines weergegeven. Hieruit volgt dat het specifieke geluid van een windturbine vooral bestaat uit frequenties kleiner dan 1 kHz en een geluidsdrukniveau tussen <90 en 115 dB<sub>Leq</sub> re 1 µPa op 1 m afstand.

Uit de bepaling van het omgevingsgeluid onder water (zie punt 4.5.2.2) wordt gesteld dat het achtergrondgeluidsniveau tussen 90 en 100 dB (re 1µPa) in het frequentiegebied 100 Hz tot enkele kHz in ondiepe kustwateren niet ongewoon zijn.

Gezien het windturbinegeluid in ondiep water ook in het frequentiegebied tussen 100 Hz en enkele kHz ligt, kan rekeninghoudende met een transmissieverlies van Thiele (TL = 15 LOG (r)) berekend worden dat er op een afstand van 500 m (veiligheidszone) van de windturbine onderwater een transmissieverlies van 40 dB zal voorkomen, waardoor het specifieke geluid van de windturbine onderwater (max 120 dB re 1µPa – 40 dB = 80 re 1µPa) vermoedelijk gemaskeerd zal zijn door het achtergrondgeluid.

Op deze afstand zullen er dus vermoedelijk geen effecten voorkomen op de onderwaterfauna. Wanneer er onder water een maximum achtergrondgeluidsniveau van 195 dB (re 1µPa) voorkomt, zullen de windturbines slechts tot 50 m duidelijk detecteerbaar zijn. Bij deze conclusie wordt er verondersteld dat voor alle onderwaterfauna een maskeereffect van de waarneming van geluid optreedt dat vergelijkbaar is met het maskeereffect dat optreedt in het gehoor van de meeste landdieren. Bij hogere windsnelheden zal het specifieke geluid van de windturbine hoger worden, maar tegelijkertijd neemt ook het achtergrondgeluidsniveau toe door brekende golven en waterbeweging. Als besluit kan aangenomen worden dat het effect van het geluid van de windturbine onder water in het slechtste geval beperkt blijft tot het gebied tussen de windmolens en niet buiten de 500 m veiligheidsgrens zal gaan. Een belangrijke opmerking is wel dat bij het voorbijvaren van een klein schip reeds geluidsniveaus vastgesteld worden die meer dan 10 dB hoger zijn dan het gehanteerde maximale achtergrondgeluid. Het gaat hier dan wel om een tijdelijke verhoging van het geluidsniveau.

### Boven water

Doordat er een leemte in de kennis bestaat met betrekking tot het achtergrondgeluidsniveau boven water, nemen we aan dat het geluid boven water tussen de 30 en de 40 dB(A) ligt. Deze geluidsniveaus werden gemeten in het potentiële stiltegebied 'Het Zwin' dat onder dezelfde vliegcorridor ligt als het projectgebied (Decloedt et al, 1998). Het specifieke geluid van de windturbines werd per

projectalternatief berekend voor 2 situaties, met name voor een matig belastende situatie<sup>18</sup> en voor een kritische situatie (komt slechts heel sporadisch voor).

In de matig belastende situatie plant het geluid zich driedimensionaal voort, en bereikt op een afstand van 0,6- 1,1 km en op een afstand van 1 – 1,9 km een geluidsniveau van respectievelijk 45 en 40 dB(A). Boven het wateroppervlak kunnen de windturbines tot op ca. een afstand van 5 km hoorbaar zijn. Net zoals onder water zal het specifieke geluid van de windturbines boven water toenemen naarmate de windsnelheid stijgt, maar dan zal tegelijkertijd ook het achtergrondgeluidsniveau stijgen.

Wanneer in een kritische situatie het geluid van een windturbine zich tweedimensionaal zou voortplanten volgens een cilinder, dan zou het specifieke geluid pas op 8-11 km en op 14-18 km een geluidsniveau krijgen van respectievelijk 45 en 40 dB(A), op voorwaarde dat de waarnemer zich in de richting van de wind bevindt.

Algemeen kan er gesteld worden dat bij de dichtste afstand tot het windturbinepark, waar boten mogen varen (500 m veiligheidsgrens rond het park) de windturbines waarneembaar zullen zijn met een geluidsniveau van ongeveer 50 dB(A). 50 dB(A) is vergelijkbaar met het geluid van licht autoverkeer op 30m, regen, een koelkast, omgevingsgeluid in het bos.

#### Aan de kustlijn

In beide situaties, werd het specifieke geluid van het windturbinepark berekend ter hoogte van de waarnemer, die zich aan de kustlijn bevindt op de kleinste mogelijke afstand tussen het windturbinepark en het vasteland.

In de matig belastende situatie wordt het specifieke geluidsniveau berekend op 0 dB(A) ter hoogte van de waarnemer en in de meest kritische situatie tussen 31 en 33 dB(A). Ook in de meest kritische situatie bevindt het geluidsniveau zich ruim onder het achtergrondgeluidsniveau van de branding (ongeveer tussen de 50 en 60 dB(A) op 25 m van de kustlijn).

Wanneer de spectra van het golfgeluid en van het windturbinegeluid in de meest kritische situatie bekeken wordt ter hoogte van de waarnemer (Figuur 4.5.10) zien we dat het spectrum van het golfgeluid hoger is dan het specifieke geluid van het windturbinegeluid. Het geluid zal vermoedelijk niet detecteerbaar zijn vanaf de kust.

#### **Figuur 4.5.10 : Spectra van het golfgeluid en van het windturbinegeluid in de meest kritische situatie ter hoogte van de waarnemer**

Er dient wel opgemerkt te worden dat de kritische situatie enkel voorkomt wanneer er een zogenaamd tunnel effect is. Dit tunnелеffect komt enkel voor bij meewind condities (wind waait van windturbinepark naar de waarnemer op de kustlijn). De wind roos van Zeebrugge geeft aan dat er enkel een N-NW wind voorkomt gedurende 11 dagen per jaar.

#### Ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen

Hoewel windturbines en windturbineparken werden opgenomen in de VLAREM-indelingslijst van hinderlijke inrichtingen is de geluidsnormering volgens hoofdstuk 4.5 van VLAREM-II echter niet van

---

<sup>18</sup> Matig belastende situatie is deze situatie waarbij er voldoende wind is om de windturbines te doen draaien, deze wind voldoende in de richting van de waarnemer waait om opwaartse afbuiging ten gevolge van temperatuursgradiënt te compenseren, maar de windsterkte toch zodanig beperkt is dat geen geluid door kerende golven in zee ontstaat

toepassing (Belgisch staatsblad 31.03.1999 p 10464<sup>19</sup>). Voor de volledigheid van de studie wordt het specifieke geluid van het windturbinepark toch vergeleken met de Vlare II richtwaarde.

Daar het berekende specifieke geluid van het windturbinepark in een matig belastende situatie kleiner is dan 0 dB(A) ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen, wordt de Vlare II richtwaarden voor woongebied of voor een gebied voor verblijfsrecreatie en het achtergrondgeluid niet overschreden.

In Tabel 4.5.7 wordt het berekende specifieke geluid in een matig belastende situatie vergeleken met de VLAREM II richtwaarde voor een gebied 1 (verblijfsrecreatie) en met het omgevingsgeluid, gemeten langs de Noordzee in de Polders (Nederland).

**Tabel 4.5.7 : vergelijking van het geluidsniveau ter hoogte van de woningen met de referentiesituaties met een windturbinepark met 5-7 MW turbines**

	Kust- zone	VLAREM II richtwaarde		Metingen aan de Noordzee (MER, 1998)	Vgl. VLAREM II		Vgl. Metingen
		Verblijfs- recreatie	Woon- gebied		Verblijfs- recreatie	Woon- gebied	
Matig belastende situatie	0	30	35	30 tot 40	-30	-35	-30 tot -40

Opm. Alle waarden zijn in dB(A).

Wat de kritische situatie betreft is deze vergelijking niet uitgevoerd, daar deze niet zinvol is voor dergelijke extreme (theoretische) situaties wanneer de waarnemer zich in de richting van de wind bevindt (enkel 11 dagen per jaar).

Er wordt geen geluidshinder verwacht ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen.

Het windturbinepark voldoet ruimschoots aan de afstandsregel uit de omzendbrief (EME/2000.01 van 17 juli 2000), waaruit blijkt dat de windturbines zich op minimum 250 m van de dichtstbijzijnde woning moeten bevinden.

<sup>19</sup> Belgisch staatsblad 31.03.1999 p 10464

Art. 160. Aan hoofdstuk 5.2 van hetzelfde besluit wordt een afdeling 5.20.5 toegevoegd die luidt als volgt:

Afdeling 5.20.5. Installaties voor de productie van hydro-elektrische energie alsook installaties voor de winning van windenergie voor de energieproductie

Art. 5.20.5.1 § 1. De bepalingen van deze afdeling zijn van toepassing op de subrubrieken 20.1.5 en 20.1.6 van de indelingslijst.

§ 2. In afwijking van de bepalingen van hoofdstuk 4.5 zijn in dit geval geen geluidsnormen van toepassing. In de milieuvergunning kunnen geluidsemissiegrenswaarden worden opgelegd in functie van de omgevingssituatie.

## Besluit

Samenvattend worden de effecten van geluid gedurende de exploitatiefase voor de verschillende funderingstypes met elkaar vergeleken (significant positief (++), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--)).

5 MW/7 MW	Monopile	jacketstructuur fundering	graviteitsfundering
Onderwater geluid	0/-	0/-	0/-
Bovenwater geluid	0	0	0

Er wordt slechts een gering negatief effect verwacht tengevolge van het onderwater geluid tijdens de exploitatie voor alle beschreven scenario's. De relatieve impact tov de windconcessie zone of het Belgische deel van de Noordzee is dan ook verwaarloosbaar.

### 4.5.4.3 Ontmantelingfase

#### Onder water

Bij de ontmanteling van het windturbinepark worden de windturbines ontmanteld. De fundering van een monopile en jacketstructuur fundering blijft 2 meter beneden de zeebodem ter plaatse. De graviteitsfundering wordt leeggemaakt en vrijgemaakt en geheel afgevoerd naar land.

Wanneer het windturbinepark zal ontmanteld worden zal op basis van de staat van het park, de geldende wetgeving en de op dat tijdstip beschikbare technieken, werkmethodes ontwikkeld worden waarin ook de milieuzorg zal geïntegreerd zijn.

Bij de ontmanteling wordt aanvankelijk de bodem rond de windturbine afgegraven en vervolgens wordt de windturbine afgezaagd. De manier waarop het afzagen van de windturbine zal gebeuren is nog niet gekend. De impact van de ontmanteling op het omgevingsgeluid onder water, is dus een leemte in de kennis.

Door het wegbrengen van de windturbines zal er een tijdelijke verhoging van het vrachtvervoer op zee zijn vergelijkbaar met de constructiefase, zodat er hogere geluidsniveaus optreden boven en onderwater. Deze verhoging zal echter verwaarloosbaar zijn t.o.v. de normale scheepvaart.

## Besluit

Samenvattend worden de effecten van geluid gedurende de ontmantelingsfase voor de verschillende funderingstypes met elkaar vergeleken (significant positief (++), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--)).

3 MW/6 MW	Monopile	jacketstructuur fundering	graviteitsfundering
Onderwater geluid	0/-	0/-	0
Bovenwater geluid	0	0	0

Er wordt slechts een gering negatief effect verwacht tengevolge van het geluid tijdens de ontmantelingsfase voor alle beschreven scenario's. De relatieve impact tov de windconcessie zone of het Belgische deel van de Noordzee is dan ook verwaarloosbaar.

#### **4.5.4.4 Bekabeling**

De aanleg van enerzijds de kabels tussen de windturbines en het transformatorplatform en anderzijds de kabel tussen het windturbinepark en de aanlanding op de kust, zal in zee gebeuren aan de hand van een speciaal ingericht schip. De kabel wordt tot op ongeveer 1 m onder de zeebodem in het windturbinepark en op 2 m onder de zeebodem in het traject tussen het park en de haven ingegraven door middel van jetting of ploegen. Wanneer de kabel een bestaande vaargeul doorkruist, wordt de kabel op een diepte van minimum 4 m onder de zeebodem gelegd d.m.v. het baggeren van een sleuf (geluidtoename zie hoofdstuk 4.5.2.2 het onderwater geluid van een baggerschip). Er bestaat een leemte in de kennis betreffende het geluid van zo'n schip. Ten gevolge van de bekabeling wordt een tijdelijke verhoging van het geluid verwacht zowel boven als onderwater. Deze geluidstoename zal slechts over een zeer korte tijd waargenomen worden en wordt bijgevolg niet verder besproken.

#### **4.5.4.5 Beoordeling van trillingshinder**

Windturbines produceren verschillende types mechanische trillingen (MER 1999):

- Laagfrequente trillingen: ontstaan door het voorbijgaan van de rotorbladen langs de mast, de onbalans van de rotor en de eigen trilling van de mast.
- Hoogfrequente trillingen: ontstaan door de draaiende onderdelen van de generator in de gondel de interactie van wind met de windturbine ( het aërodynamisch geluid van de rotortippen), golven die tegen de mast slaan, de beweging van zand en water langs de mast en organismen die op de windturbine voorkomen (bijvoorbeeld het sluiten van kleppen van de mossel).

In de studie over de geluidsimpact van windturbines onder water (Odegaard & Danneskiold-Samsøe a/S, 2002) werden de trillingen gemeten van een 2 MW windturbine (Neg-Micon) die op het land staat. Uit een vergelijking van deze trillingen met de trillingen van twee windturbines onderwater met een nominaal vermogen van respectievelijk 0,550 MW en 450 kW, volgt dat de trillingen van een 2 MW windturbine tot 100 Hz groter zijn maar dat vanaf 100 Hz de trillingen van de windturbines van 550 en 450 kW in het water groter zijn dan de trillingen van de 2 MW windturbine op het land. De trillingen van de gebruikte windturbines (3 MW of 6 MW windturbine) zijn niet gekend en zijn bijgevolg een leemte in de kennis.

#### **4.5.4.6 Beoordeling van elektromagnetische velden**

Doordat drie-aderige kabels worden toegepast, zullen de magnetische velden van de aders elkaar grotendeels opheffen. Een eventueel restveld wordt nog deels geëlimineerd door de staalband. De ingraafdiepte (1 m) reduceert de dan nog resterende veldsterkte tot het kwadraat van de lengte. Bijgevolg wordt verwacht dat er slechts een verwaarloosbaar uitwendig magnetisch of elektrisch veld optreedt.

#### **4.5.5 Leemten in de kennis**

Het onderwatergeluid is de belangrijkste leemte in de kennis. Zowel de emissie van geluid naar het water als de propagatie in ondiep kustwater met hoge stromingen, grote concentraties van zand in suspensie en eventueel brekende golven en zeer poreuze bodem zijn weinig bekend.

De geluidsemmissie en -immissie onder water door het heien van paalfunderingen is afhankelijk van de diameter en lengte van de windturbine, de plaatselijke geologie en bathymetrie en is bijgevolg niet te begroten.

Er ontstaat een leemte in de kennis over het geluid boven water doordat geluidsmetingen op het water moeilijk te meten zijn door het bijkomende lawaai van de golven tegen de meetboot.

Het type windturbine (REpower, Enercon, Vestas...) van de 3 of 6 MW windturbine die zal gebruikt worden is niet gekend. Het geluidsvermogeniveau werd bijgevolg bepaald aan de hand van literatuurgegevens van bestaande windturbines van 3 en 5 MW.

#### **4.5.6 Milderende maatregelen**

Gezien de leemte in de kennis met betrekking tot de impact van het onderwater geluid van windturbines die in dit project gebruikt zullen worden (3 MW of 6 MW) lijkt het niet zinvol om milderende maatregelen voor te stellen ter bestrijding van het onderwater geluid. Er wordt wel voorgesteld om observaties van het onderwater geluid te houden (zie monitoring).

Doordat het aantal waarnemers op zee die de windturbines frequent zullen waarnemen zo beperkt is, lijkt het evenmin nuttig milderende maatregelen voor te stellen voor het luchtgeluid. Uiteraard moet men steeds de best beschikbare (stilste) technologie toepassen.

#### **4.5.7 Monitoringprogramma**

Als monitoringprogramma kan een observatie van het onderwater geluid voorgesteld worden bij verschillende werkingsregimes (windsnelheden, golfhoogtes, ...) en op verschillende afstanden. Correlatie van deze meetresultaten met trillingsmetingen op de mast kan bijkomend inzicht opleveren met betrekking tot de emissie van onderwatergeluid.

## 4.6 FAUNA, FLORA EN BIODIVERSITEIT

Het onderdeel Fauna en Flora behandelt vier verschillende groepen organismen namelijk het benthos (macro – en epibenthos), de vissen, de vogels en de zeezoogdieren. De grotere waterdiepte (en dus te weinig licht) ter hoogte van de domeinconcessie (max. tot 25 m) belet namelijk de groei van planten in de vorm van vastzittende algen.

Per groep wordt een beschrijving gegeven van de methodiek, de referentiesituatie, de mogelijke effecten van de bouw, exploitatie en ontmanteling van de windturbines en de bijhorende bekabeling, eventuele leemten in de kennis, milderende maatregelen en monitoring.

### 4.6.1 Benthische invertebraten en vissen

Gezien gelijkaardige effecten zullen optreden voor het benthos en de demersale vissen worden beide groepen samen behandeld.

Het benthos wordt opgesplitst in het macrobenthos en het epibenthos. Macrobenthische organismen worden beschouwd als die soorten die in het sediment leven, efficiënt met een Van Veen grijper (staalnameoppervlakte: 0,1 m<sup>2</sup>) worden bemonsterd, en bij het opspoelen van de stalen achterblijven op een zeef met een maaswijdte van 1 mm. Het epibenthos wordt omschreven als de organismen die op de bodem leven en efficiënt met een boomkor worden bemonsterd.

De studie van de vissen legt de nadruk op de demersale vissen. Deze groep van vissen zal namelijk het meeste rechtstreekse hinder ondervinden van de geplande activiteiten. De demersale visfauna wordt omschreven als de vissen die op of in de nabijheid van de bodem leven en efficiënt met een boomkor bemonsterd kunnen worden. Indien er zich bepaalde effecten zullen voordoen op de ganse vispopulatie, dan zullen deze kort meegenomen worden in de effectbeschrijving.

#### 4.6.1.1 Methodologie

### BENTHOS

#### Nul-monitoring C-Power

Gezien op huidig ogenblik geen specifieke biologische gegevens beschikbaar zijn van de Bank Zonder Naam (BZN), is de beschrijving van de referentiesituatie in de eerste plaats gebaseerd op de studie uitgevoerd in het kader van het C-Power project naar de referentietoestand op de Thorntonbank (De Maerschalck *et al.*, 2006). In de studie van De Maerschalck *et al.* (2006) werd zowel het macro- als epibenthos in detail bestudeerd (densiteit, diversiteit, biomassa). Gezien de nabijheid van de Thorntonbank ( $\pm 6$  km) wordt deze studie als basis beschouwd voor de beschrijving van de referentietoestand van de Bank Zonder Naam. In volgende paragrafen wordt de bemonsteringsstrategie voor zowel het macrobenthos als het epibenthos nader toegelicht.

### Macrobenthos

In 2005 werden tijdens een voorjaars- (ST0504b) en najaarscampagne (ST0525) respectievelijk 76 en 75 stations bemonsterd: 11 in de westelijke concessiezone C-Power (WTA), 19 in de oostelijke

concessiezone C-Power (WTB), 15 in de randgebieden (WTC), 15 in het referentiegebied<sup>20</sup> op de Thorntonbank (WTR), 16 (15) in het referentiegebied op de Goote Bank (WGR) (Figuur 4.6.1).

**Figuur 4.6.1: Positie van de stations op de Thorntonbank (WTA = westelijke concessiegebied, WTB = oostelijke concessiegebied; WTC = randzones; WTR: referentiegebied) (De Maerschalck *et al.*, 2006)**

Het macrobenthos werd bemonsterd met een Van Veen grijper (staalnameoppervlakte: 0,1 m<sup>2</sup>). Naast de standaard gegevens over totale densiteit (aantallen per m<sup>2</sup>) werd ook de diversiteit in rekening gebracht aan de hand van de indices van Hill (Hill, 1973). De totale biomassa per soort werd bepaald aan de hand van de conversie van nat gewicht (WW) naar asvrij drooggewicht (AFDW) met de conversiefactoren van Brey (2001). De dominante soorten (= alle soorten met een gemiddelde procentuele bijdrage van  $\geq 15$  % aan de gemiddelde totale densiteit of de gemiddelde totale biomassa van het gebied) werden bepaald voor de concessiegebieden en de randzones aan de hand van Simper (Clarke & Gorley, 2001). De densiteit en biomassa van deze soorten werden in detail geanalyseerd.

Een detailbeschrijving van de gemeenschapsstructuur van het macrobenthos werd uitgevoerd aan de hand van een gemeenschapsanalyse. Voor deze gemeenschapsanalyse werden de gegevens van de voorjaars- en najaarscampagne toegevoegd aan de gegevens verzameld sinds 1994 (gegevens Universiteit Gent, Departement Biologie, Sectie Mariene Biologie, MS access database 'MacroDat'), waarbij aan de hand van 690 stalen vier gemeenschappen s.s. en drie overgangsgemeenschappen onderscheiden werden (Degraer *et al.*, 2008).

### **Epibenthos**

In 2005 werden tijdens een voorjaars- (maart; ST0504b) en najaarscampagne (oktober; ST0525) in totaal tweemaal 12 visslepen uitgevoerd: telkens 1 in beide concessiegebieden op de Thorntonbank (WTA en WTB) en 2 in de randzone van deze gebieden (WTC), 3 in het referentiegebied op de Thorntonbank ten zuidwesten van de concessiegebieden (WTR) en 3 op de Gootebank (WGR), waarbij ook telkens 1 station op de top en 2 in de randzone van beide referentiegebieden (Figuur 4.6.2).

**Figuur 4.6.2: Positie van de visslepen in het westelijk (WTA) en oostelijk (WTB) concessiegebied en in de randzones (WTC) op de Thorntonbank (De Maerschalck *et al.*, 2006)**

Het epibenthos werd bemonsterd met een 8-meter boomkor met een fijnmazig garnalennet (maaswijdte 22 mm in de kuil) en een bollenpees zonder wekkerkettingen. Het net werd over de bodem gesleept aan een snelheid van 4 knopen gedurende 30 minuten. De slepen volgden min of meer de dieptelijnen parallel met de kust om de variatie in diepte binnenin 1 sleep te beperken. Voor het epibenthos werden ofwel substalen van 6 of 10 liter uit de totale fractie ofwel 6 liter uit de visfractie en telkens 2 (of 1) liter uit de andere fracties diepgevroren voor verdere analyse in het labo. De zeesterren uit deze deelstalen werden wel eerst aan boord geteld. De volgende gegevens werden bij de 3 verschillende fracties verzameld: de aangetroffen soorten, hun abundanties, totale biomassa per soort. Er werden verschillende multivariate analyses uitgevoerd voor het epibenthos, namelijk Twinspan en Cluster-analyse gebaseerd op Bray-Curtis dissimilariteit en groupaverage sorting als klassificatie-technieken én Correspondentie Analyse (CA) als ordinatie-techniek (McCune & Mefford 1999; Statsoft 2003). Ten slotte werd het relatieve voorkomen van het epibenthos in de 4 gebieden ruimtelijk gesitueerd t.o.v. de rest van het Belgisch Deel van de Noordzee. Daartoe werden de gegevens van densiteit en soortenrijkdom uit deze studie vergeleken met gegevens die verzameld werden tijdens dezelfde Belgica campagnes in het voor- en najaar 2005 in het kader van andere projecten door ILVO-Visserij. In totaal werden gegevens van 85

<sup>20</sup> Een referentiegebied is een gebied in niet-geïmpacteerde toestand die aangeduid wordt om effecten op een wetenschappelijke manier aan te tonen.



visslepen gebruikt (opgeslagen in de databank van ILVO-Visserij). De gegevens van beide seizoenen werden ter vereenvoudiging voor deze vergelijking uitgemiddeld, zodat 47 waarden overblijven.

### Andere recente studies

Vervolgens werd ook een beroep gedaan op andere recente studies die data van verschillende onderzoeksprojecten gecompileerd hebben om te komen tot een gebiedsdekkende beschrijving van de benthosgemeenschappen op het Belgische deel van de Noordzee. Deze studies bevatten ook informatie van verder offshore gelegen gebieden waaronder de Hinderbanken en de Zeelandbanken. Deze gegevens zijn een belangrijke meerwaarde voor de beschrijving van de referentiesituatie:

- Studies uitgevoerd door de Sectie Mariene Biologie naar de macrobenthosgemeenschappen (Van Hoey *et al.*, 2004; Degraer *et al.*, 2008; De Maerschalck *et al.*, 2005) in relatie tot natuurlijke en antropogene invloeden in de Noordzee (UG- Sectie Mariene Biologie);
- BWZee-studie (Deraus *et al.*, 2007) (april 2004- maart 2006) uitgevoerd door 5 Belgische onderzoeksgroepen in het kader van het PODO II programma van Federaal wetenschapsbeleid. Het resultaat van deze studie was een geïntegreerde, gebiedsdekkende biologische waarderingskaart die de biologische en ecologische waarde van het Belgische deel van de Noordzee weergeeft;
- De macrobenthosatlas van het Belgische deel van de Noordzee (Degraer *et al.*, 2006) tracht aan de hand van verspreidingskaarten van 53 belangrijke soorten van het macrobenthos een beeld te geven van de middellange termijn evolutie (1976-1986 versus 1994-2001) van het voorkomen van deze soorten in het Belgische deel van de Noordzee. Een totaal van 979 stalen genomen op 771 verschillende staalnamepunten, verzameld in het kader van diverse onderzoeksprojecten, werden gebruikt voor de opmaak van de verspreidingskaarten. De macrobenthosstalen werden bemonsterd met een Van Veen grijper (staalnameoppervlakte: 0,1 m<sup>2</sup>) en bewaard in een 8 % formaldehyde-zeewateroplossing. Vervolgens werd een selectie gemaakt van 53 macrobenthische soorten op een totaal van 265 voor de opmaak van de verspreidingskaarten.

### **VISSEN**

In de studie van De Maerschalck *et al.* (2006) werden naast het macro- en epibenthos, ook de demersale vissen bestudeerd. De demersale visfauna wordt omschreven als de organismen die op of in de nabijheid van de bodem leven en efficiënt met een boomkor bemonsterd kunnen worden. Gezien de nabijheid van de Thorntonbank en het mobiele karakter van vissen, wordt deze studie als basis gebruikt voor de beschrijving van de referentietoestand van de vissen op de Bank Zonder Naam. Net zoals bij het benthos zijn er namelijk tot op heden geen data beschikbaar voor de Bank Zonder Naam zelf.

In 2005 werden tijdens een voorjaars- (maart; ST0504b) en najaarscampagne (oktober; ST0525) in totaal tweemaal 12 visslepen uitgevoerd: telkens 1 in beide concessiegebieden op de Thorntonbank (WTA en WTB) en 2 in de randzone van deze gebieden (WTC), 3 in het referentiegebied op de Thorntonbank ten zuidwesten van de concessiegebieden (WTR) en 3 op de Gootebank (WGR), waarbij ook telkens 1 station op de top en 2 in de randzone van beide referentiegebieden (Figuur 4.6.2).

De demersale visfauna werd –identiek als het epibenthos- bemonsterd met een 8-meter boomkor met een fijnmazig garnalennet (maaswijdte 22 mm in de kuil) en een bollenpees zonder wekkerkettingen. In sommige gevallen werd de volledige vangst op een spoel- en zeefmachine gebracht. Er werden dan drie fracties gevormd: een visfractie, een grove of garnaalfractie en een fijne fractie. Alle vissen werden direct gedetermineerd, geteld en gemeten, behalve de grondels die in het labo verder werden verwerkt.

Analoog als bij het epibenthos werden bij de 3 verschillende fracties, de aangetroffen soorten, hun abundanties en de totale biomassa per soort bepaald. Ook de gebruikte multivariate analyses en de

situering t.o.v. de rest van het Belgisch Deel van de Noordzee is gelijkaardig als deze beschreven bij het epibenthos.

#### **4.6.1.2 Referentiesituatie**

Bij de beschrijving van de referentietoestand zal eerst een algemeen beeld gegeven worden van het Belgische Deel van de Noordzee. Vervolgens worden de belangrijkste resultaten van de nul-monitoring op de Thorntonbank aangehaald. Deze worden samen met de beschreven studies gebruikt om een zo gedetailleerd mogelijke beschrijving te geven van het projectgebied op de Bank Zonder Naam.

### **INLEIDING**

Het windturbinepark is gelegen binnen de afgebakende concessiezone voor windenergie volgens het KB 17/05/2004 (kortweg: windconcessie zone) op ca 38 km van de Belgische kust. Het oorspronkelijke concessiegebied zal ongeveer 1/3 van de Bank Zonder Naam innemen en beslaat in totaal ca. 9 km<sup>2</sup> (exclusief veiligheidszones), naast de zone die door de bekabeling naar land in beslag wordt genomen. Het uitgebreide concessiegebied strekt zich iets verder uit in noordelijke richting van de Bank Zonder Naam en beslaat in totaal ca. 14 km<sup>2</sup> (exclusief veiligheidszones), naast de zone die door de bekabeling naar land in beslag wordt genomen.

Het projectgebied (concessiegebied) verwijst naar de zone waarbinnen de windturbines, het transformatorplatform en de bekabeling zullen worden aangebracht. Gezien beide concessiegebieden waar deze MER betrekking op heeft, een grote mate van overlap vertonen en biologische processen op een iets ruimere schaal afspelen, wordt hier de Bank Zonder Naam als projectgebied genomen voor het beschrijven van de referentiesituatie. Indien echter relevant bij bepaalde effectbesprekingen zal een opsplitsing gemaakt worden tussen het oorspronkelijke en het uitgebreide concessiegebied. Het studiegebied verwijst naar de zone waarbinnen er zich verstoring van fauna en flora kan voordoen ten gevolge van de constructie, de exploitatie en de ontmanteling van het windturbinepark.

Het projectgebied is gelegen op de Bank Zonder Naam die deel uitmaakt van de Zeelandbanken of Zeeuwse banken. De Zeelandbanken waartoe ook de Thorntonbank (C-Power) behoort, liggen parallel met de kustlijn en op een afstand van ongeveer 15 tot 35 km van de kust. De kruinzones (toppen) van deze banken liggen – op een uitzondering na- beneden de 10 m dieptelijn.

Mariene bodemdieren of benthos spelen een belangrijke rol in het voedselweb (belangrijk prooiaanbod voor demersale vissen) en het ecosysteem. Ze dragen bij tot de biodiversiteit en de productiviteit van de zee. Door zijn geringe mobiliteit is het aanwezige macrobenthos een belangrijke indicator voor de 'gezondheid' van mariene systemen.

Het benthos wordt onderverdeeld in vijf groepen van organismen die onderscheiden worden op basis van hun grootte en/of voorkomen in het substraat:

- Boven de bodem (epifauna): hyperbenthos (macro) en epibenthos (macro);
- In de bodem (endofauna): microbenthos (vnl. ééncelligen en bacteriën), meiobenthos (< 1 mm) en macrobenthos (> 1 mm).

In deze studie wordt enkel aandacht besteed aan het epibenthos en het macrobenthos.

Voor de vissen wordt enkel gekeken naar de vissen die op of in de nabijheid van de bodem leven (demersale vissen) daar zij naar alle waarschijnlijkheid het meeste hinder zullen ondervinden van de geplande werkzaamheden.

## MACROBENTHOS

Macrobenthische infauna (=macrobenthos) zijn soorten die in het sediment leven en groter dan 1 mm zijn. Hun gemiddelde grootte varieert tussen 1 en 100 mm. De belangrijkste vertegenwoordigers zijn de wormen (Annelida) (voornamelijk borstelwormen (Polychaeta)), de schaaldieren (Crustacea) (voornamelijk vlokreeften (Amphipoda)), de schelpdieren (Mollusca) (voornamelijk tweekleppigen (Bivalvia) en zeehuisjes-slakken (Gastropoda)) en de stekelhuidigen (Echinodermata) (voornamelijk zee-egels (Echinoidea)). Het macrobenthos vormt een ideale indicator voor het monitoren van antropogene effecten omdat de organismen makkelijk te identificeren en te kwantificeren zijn.

### Het Belgische deel van de Noordzee

Er kunnen twee gradiënten worden waargenomen in de aanwezigheid van macrobenthische organismen op het Belgische deel van de Noordzee (BDNZ). Een eerste gradiënt in de biodiversiteit loopt van het westen naar het oosten. Ten gevolge van de negatieve invloed van de instroom van verontreinigd water (nutriënten, organische polluenten en zware metalen) afkomstig uit de Westerschelde, is de biodiversiteit in de oostelijke BDNZ-zone minder groot dan die in de westelijke zone (Cattrijsse & Vincx, 2001). Een tweede gradiënt loopt van de ondiepe kustzone naar de zone dieper in zee. De verspreiding van de macrobenthos soortenrijkdom en abundantie langs deze onshore-offshore gradiënt is sterk variabel, met soorten- en densiteitsarme stations langsheen de volledige gradiënt en soorten- en densiteitsrijke stations beperkt tot de kustzone (< 15 NM) (Van Hoey *et al.*, 2004).

Uitgaande van kwantitatieve analyses van het macrobenthos zijn de borstelwormen (Polychaeta) en de schaaldieren (Crustacea) de meest diverse en abundante taxa en dit zowel voor de Zeeland, de Vlaamse als de Hinderbanken (Hillewaert & Maertens, 2003; Van Hoey *et al.*, 2004; De Maerschalck *et al.*, 2006). De dominantie van borstelwormen stijgt in de richting van de offshore zandbanken, terwijl de relatieve abundantie van de 2-kleppigen volgens die gradiënt afneemt. De gemeenschappen van dynamische systemen (zandbanken) worden getypeerd door kleine mobiele "opportunistische" soorten met een hoge kolonisatie- en groeisnelheid (Newell *et al.*, 2002). Dit bevordert hun mogelijkheid tot rekolonisatie van het sediment na tijdelijke verstoringen onder natuurlijke condities.

De studie van Van Hoey *et al.* (2004) (data 1994 - 2000) onderscheidt 10 macrobenthos soortenassociaties voor zandige sedimenten langsheen de onshore-offshore gradiënt van het Belgische deel van de Noordzee, afhankelijk van de diepte, het percentage slib en de sedimentsamenstelling (mediane korrelgrootte). De gemeenschapsanalyse is gebaseerd op verschillende multivariate technieken: group-averaging cluster analyse (Bray-Curtis similariteit), Detrended Correspondence Analysis (DCA) en TWINSpan, op basis van 728 stalen en 156 taxa. Binnen deze groep worden 4 duidelijk afgescheiden gemeenschappen geïdentificeerd (Type I soortenassociaties), daartussenin 6 overgangsoortenassociaties (Type II soortenassociaties). De vier type I soortenassociaties kunnen als gemeenschappen beschouwd worden omwille van hun extreme positie langs de habitat gradiënten (diepte, mediane korrelgrootte en slibgehalte) (Van Hoey *et al.*, 2004). In Degraer *et al.* (2008) wordt nog een gemeenschap op het Belgische Deel van de Noordzee onderscheiden: de *Macoma balthica* gemeenschap.

De type I- gemeenschappen voor zandige sedimenten worden als volgt gekenmerkt (Tabel 4.6.1):

**Tabel 4.6.1: Type I macrobenthische gemeenschappen van het BDNZ (naar Van Hoey *et al.*, 2004, Degraer *et al.* (2008))**

<i>Gemeenschap</i>	<i>Sedimentsamenstelling</i>	<i>Geografische verspreiding</i>	<i>Densiteit</i>	<i>Diversiteit</i>
<i>Eurydice pulchra</i> – <i>Scolelepis squamata</i>	Zand strand – hoog intertidaal	Intertidal	Matig (983 ind/m <sup>2</sup> )	Zeer laag (5 spp/staal)
<i>Macoma balthica</i>	Oostkust – subtidaal	0 tot 6 NM	Laag (569 ind/m <sup>2</sup> )	Laag (7 spp/staal)
<i>Abra alba</i> – <i>Mysella bidentata</i>	Slib tot fijn zand – subtidaal	0 tot 15 NM	Hoog (6432 ind/m <sup>2</sup> )	Hoog (30 spp/staal)
<i>Nephtys cirrosa</i>	Goed gesorteerd fijn tot medium zand - subtidaal	0 – 34 NM	Laag (402 ind/m <sup>2</sup> )	Laag (7 spp/staal)
<i>Ophelia limacina</i> – <i>Glycera lapidum</i>	Grof zand – subtidaal	0 – 34 NM	Zeer laag (190 ind/m <sup>2</sup> )	Zeer laag (5 spp/staal)

De beschreven gemeenschappen zijn de voorkomende gemeenschappen voor zandige sedimenten. Recentelijk is ook onderzoek verricht naar grind-gemeenschappen. Staalnamen met een Hamon grab zijn reeds genomen, maar nog geen resultaten zijn bekend (mond. med. G. Van Hoey, Sectie Mariene Biologie).

Macrobenthische gemeenschappen in gematigde gebieden zijn onderhevig aan sterke jaarlijkse variatie binnen de gemeenschapsstructuur (Turner *et al.*, 1995). Temporele variatie (1994 - 2000) binnen deze 10 soortenassociaties op het BDNZ is aanwezig, maar verschuivingen binnen de verschillende soortenassociaties zijn niet waargenomen (Van Hoey *et al.*, 2004).

### Thorntonbank

De resultaten in verband met de referentietoestand van het macrobenthos op de Thorntonbank kunnen als volgt worden samengevat.

De Thorntonbank (zowel de concessiegebieden (C-Power) als de randzones) wordt gekenmerkt door lage abundanties (tussen 0 en 1300 ind/m<sup>2</sup>) en een lage diversiteit (van 3 tot 15 spp/station). De totale biomassa ligt er tussen 0 en 30000 mg AFDW/m<sup>2</sup> en er wordt een totale productiviteit tussen 0 en 75 mg dag<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup> verwacht. Zoals beschreven in voorgaande paragraaf zijn de dominante soorten de borstelwormen en de schaaldieren. De dominante soorten op basis van abundanties zijn *Nephtys cirrosa* (tussen 0 en 160 ind/m<sup>2</sup>), *Bathyporeia guilliamsoniana* (tussen 0 en 160 ind/m<sup>2</sup>), *Urothoe brevicornis* (tussen 0 en 450 ind/m<sup>2</sup>) en *Spiophanes bombyx* (tussen 0 en 140 ind/m<sup>2</sup>; in de randzone) en op basis van biomassa *Nephtys cirrosa* (tussen 0 en 1800 mg AFDW/m<sup>2</sup>), *Bathyporeia guilliamsoniana* (tussen 0 en 100 mg AFDW/m<sup>2</sup>) en *Urothoe brevicornis* (tussen 0 en 100 mg AFDW/m<sup>2</sup>). Zowel de abundanties als de diversiteit, biomassa's en productiviteit zijn in de meeste stations in het najaar hoger dan in het voorjaar.

De overgangsgemeenschap tussen de *N. cirrosa* gemeenschap en de *O. limacina* – *G. lapidum* gemeenschap is de meest voorkomende gemeenschap op de Thorntonbank. Deze overgangsgemeenschap wordt gekarakteriseerd door lage densiteiten en een lage diversiteit (Tabel 4.6.1). *Nephtys cirrosa*, *Urothoe brevicornis*, *Bathyporeia* spp. en *Spiophanes bombyx* zijn de typische soorten voor deze overgangsgemeenschap (Van Hoey *et al.*, 2004). De *O. limacina* - *G. lapidum* gemeenschap komt in een klein percentage van de stations in het westelijke en het oostelijke concessiegebied en de randzones voor. Deze gemeenschap wordt gekarakteriseerd door zeer lage densiteiten en een zeer lage diversiteit (Tabel 4.6.1). *Nephtys cirrosa*, *Ophelia limacina* en *Glycera lapidum* zijn de typische soorten voor deze gemeenschap (Van Hoey *et al.*, 2004). De lage diversiteit moet enigszins genuanceerd worden volgens BMM (2007c). De werkelijke biodiversiteit ligt in de praktijk

hoger omdat nogal wat soorten die in deze gemeenschap voorkomen, in het bijzonder grotere en meer verspreid voorkomende bivalven, ofwel schaars of juist in beperkte zones voorkomen waardoor ze minder adequaat bemonsterd worden en de aanwezigheid ervan minder gekend is. Bovendien leven volgens bepaalde studies (o.a. Eisma, 1966) en ongepubliceerde gegevens van de BMM in deze gemeenschap soorten die enkel daarin voorkomen. De *N. cirrosa* gemeenschap komt voor in één station in het westelijke concessiegebied. Deze gemeenschap wordt gekarakteriseerd door lage densiteiten en een lage diversiteit. Mobiele polychaeta (o.a. *Nephtys cirrosa*) en crustacea (o.a. *Bathyporeia guilliamsoniana* en *Urothoe brevicornis*) zijn typische soorten voor deze gemeenschap (Van Hoey *et al.*, 2004).

De dominante soorten (*Bathyporeia guilliamsoniana*, *Nephtys cirrosa*, *Spiophanes bombyx* en *Urothoe brevicornis*) werden reeds in de periode 1976-1986 en in de periode 1994-2001 waargenomen. Opmerkelijk was echter de lichte stijging van de densiteit van deze soorten doorheen de tijd.

### Bank Zonder Naam

In tegenstelling tot de Thorntonbank, wordt De Bank Zonder Naam gekenmerkt door de *Nephtys cirrosa* gemeenschap (Van Hoey *et al.*, 2004; Degraer *et al.*, 2006). Deze gemeenschap is de wijdst verbreide gemeenschap in het BDNZ en komt voor in iets fijnzanderige sedimenten. De gemeenschap wordt gekenmerkt door een lage soortenrijkdom en dichtheid (Tabel 4.6.1), typisch voor goedgesorteerde mobiele zanden. Mobiele polychaeta (o.a. *Nephtys cirrosa*) en crustacea (o.a. *Bathyporeia guilliamsoniana* en *Urothoe brevicornis*) zijn typische soorten voor deze gemeenschap (Van Hoey *et al.*, 2004). De dominante soorten zijn gelijkaardig als deze gevonden op de Thorntonbank. Weliswaar wordt gezien de rijkere gemeenschap hier iets hogere densiteits- en biomassawaarden verwacht.

Volgens de biologische waarderingskaart (Deros *et al.*, 2007) wordt het projectgebied op de Bank Zonder Naam gekenmerkt door een matige tot hoge biologische en ecologische waarde (Figuur 4.6.3).

### **Figuur 4.6.3: Biologische en ecologische waarde Bank Zonder Naam (Deros *et al.*, 2007)**

### **EPIBENTHOS**

Macrobenthische epifauna (epibenthos) omvat alle organismen (> 1 mm) die op of dicht boven de bodem voorkomen. De belangrijkste groepen zijn de zeeanemonen (Anthozoa) behorend tot het phylum neteldieren (Cnidaria); de krabben (Brachyura), heremietkreeften (Anomura) en garnalen (Caridea)) behorend tot de schaaldieren (Crustacea); het phylum schelpdieren (Mollusca) (voornamelijk twee-kleppigen (Bivalvia); zeehuisjesslakken (Gastropoda); inktvissen en pijlinktvissen (Cephalopoda)), en tenslotte het phylum stekelhuidigen (Echinodermata) (slangsterren (Ophiuroidea); zee-sterren (Asteroidea); zee-egels (Echinoidea)).

### Het Belgische deel van de Noordzee

Uitgaande van de resultaten van De Maerschalck *et al.* (2006) lag de gemiddelde densiteit in 2005 voor het epibenthos duidelijk een grootte-orde hoger in de kustzone (tot 15 km uit de kust) in vergelijking met de rest van het BDNZ (Figuur 4.6.4). De gemiddelde densiteit varieerde tussen 2 en 1600 ind/1000m<sup>2</sup>. De epibenthische densiteit nam beduidend af in de offshore gebieden >15 km uit de kust.

In totaal werden op het BDNZ (en het aangrenzende stukje NCP) 64 epibenthische soorten waargenomen in 2005, waarvan 50 soorten in het voorjaar en 54 soorten in het najaar. De gemiddelde soortenrijkdom varieerde tussen 8 en 22 soorten per vissleep (Figuur 4.6.5). Het aantal soorten lag 25 % lager in de oostelijke kustzone en op de Vlakte van de Raan t.o.v. de westelijke kustzone (die uitloopt naar het oosten toe in de noordwestelijke geul voorbij de Vlakte van de Raan). Hoewel niet eenduidig lag de epibenthische soortenrijkdom iets lager in de offshore gebieden >30 km uit de kust. Voor de soortenrijkdom was het verschil tussen deze 3 'zones' (oost, west, offshore) weliswaar minder duidelijk

uitgesproken. De gemiddelde soortenrijkdom varieerde er tussen 12 en 20 soorten per vissleep. De dichtheid en soortenrijkdom vertoonden een min of meer 4-jaarlijks oscillerend patroon in de randzones rond de Oostdyck en de Bligh Bank te wijten aan hogere dichtheiden van vooral gewone slangster *Ophiura ophiura*.

**Figuur 4.6.4: Grafische weergave van de ruimtelijke verspreiding van de gemiddelde dichtheid in 2005 voor het epibenthos (De Maerschalck *et al.*, 2006)**

**Figuur 4.6.5: Grafische weergave van de ruimtelijke verspreiding van de gemiddelde soortenrijkdom in 2005 voor het epibenthos (De Maerschalck *et al.*, 2006)**

Thorntonbank

Binnen de studie van De Maerschalck *et al.* (2006) werd een onderscheid gemaakt tussen de concessiegebieden (toppen van de zandbanken;  $\pm 20$  m diepte) en de randzones (dieper gelegen;  $\pm 30$  m). De resultaten in verband met de referentietoestand van de epifauna op de Thorntonbank kunnen als volgt worden samengevat.

In totaal werden 38 epibenthische soorten genoteerd. De totale dichtheid lag in de meeste zones gemiddeld 4 maal hoger in het voorjaar 2005 (43 ind/1000m<sup>2</sup>) t.o.v. het najaar 2005 (10 ind/1000m<sup>2</sup>). De totale dichtheid lag gemiddeld 3 en 1,5 maal hoger (resp. in voor- en najaar 2005) in het westelijke concessiegebied (WTA) t.o.v. het oostelijke concessiegebied (WTB).

**Figuur 4.6.6: Dichtheid, soortenrijkdom en biomassa van het epibenthos op de Thorntonbank (De Maerschalck *et al.*, 2006)**

Het westelijke concessiegebied (WTA) was gekenmerkt door een lage dichtheid (15-9 ind/1000m<sup>2</sup>) in beide seizoenen, een lage diversiteit (9 soorten) en biomassa (25 g WW/1000m<sup>2</sup>) in het voorjaar en een relatief hoge soortenrijkdom (15 soorten) en biomassa (59 g WW/1000m<sup>2</sup>) in het najaar. Dit gebied werd in het voorjaar gedomineerd door kleine slangster *Ophiura albida*, grijze garnaal *Crangon crangon* en heremietskreeft *Pagurus bernhardus* op basis van dichtheid, en door *C. crangon*, gewone zwemkrab *Liocarcinus holsatus* en *O. albida* op basis van biomassa. In het najaar domineerden *C. crangon* en *L. holsatus* zowel qua dichtheid als biomassa.

Het oostelijke concessiegebied (WTB) was eveneens gekenmerkt door een zeer lage dichtheid (5-6 ind/1000m<sup>2</sup>) in beide seizoenen, een lage diversiteit (9 soorten) en de laagste biomassa (12 gWW/1000m<sup>2</sup>) in het voorjaar, maar een hoge soortenrijkdom (15 soorten), diversiteit (N1=8.1) en biomassa (55 gWW/1000m<sup>2</sup>) in het najaar. Dit gebied werd in het voorjaar gedomineerd door *Crangon crangon* en *Pagurus bernhardus* zowel op basis van dichtheid als biomassa. In het najaar domineerde *L. holsatus*, aangevuld met dwergpijlintvis *Alloteuthis subulata* qua dichtheid en gewone pijlintvis *Loligo vulgaris* qua biomassa.

De randzones (WTC; diepere delen) worden algemeen gekenmerkt door relatief hoge dichtheiden (66-90 ind/1000m<sup>2</sup>) voor het epibenthos in het voorjaar, die 4 tot 18 maal hoger lagen dan deze in de concessiegebieden (toppen zandbanken) zelf. In het najaar waren niet alleen de concessiegebieden maar ook de randzones er rond gekenmerkt door lage dichtheiden, waarbij de waarden in de randzones toch nog 1.5 tot 3 maal hoger lagen dan in de concessiegebieden zelf. Voor diversiteit en biomassa werden zowel in het voor- als najaar relatief hoge waarden genoteerd (14-19 spp/vissleep, N1=4.1-8.4, 57-320 gWW/1000m<sup>2</sup>) in WTC, waarbij de diversiteitswaarden gemiddeld 1.5 maal hoger lagen in het najaar t.o.v. het voorjaar. In het voorjaar was de biomassa in 3 van de 4 randzones meer dan een factor 10 hoger dan in de concessiegebieden zelf. De randzones (geulen) werden gedomineerd door *Crangon crangon*, *Liocarcinus holsatus*, *Ophiura albida* en *Pagurus bernhardus* op basis van dichtheid in beide seizoenen en door *L. holsatus* in beide seizoenen, naast *C. crangon* in het voorjaar en *Loligo vulgaris* in het najaar (en enkele andere organismen) op basis van biomassa.

Algemeen worden in de dieper gelegen stations (randzones) gemiddeld iets meer soorten gevonden dan in de ondiepere stations (De Maerschalck *et al.*, 2006). De stations op de top van de zandbanken zijn bovendien gekenmerkt door een veel lagere dichtheid en biomassa (gemiddeld 4-5x) dan de diepere stations (De Maerschalck *et al.*, 2006) (Tabel 4.6.2). Dezelfde dominante soorten worden zowel op de bank als in de geul aangetroffen (Tabel 4.6.2).

**Tabel 4.6.2: Overzicht biologische parameters van epibenthos op de Thorntonbank (naar De Maerschalck *et al.*, 2006)**

		<i>WTW (westelijk, bank)</i>	<i>WTB (oostelijk, bank)</i>	<i>WTC (rand, geul)</i>
<i>Densiteit</i>	<i>Voorjaar</i>	Laag	Zeër laag	Hoog
	<i>Najaar</i>	Laag	Zeër laag	Laag (1,5-3* hoger dan op bank)
<i>Diversiteit</i>	<i>Voorjaar</i>	Laag	Laag	Hoog
	<i>Najaar</i>	Hoog	Hoog	Hoog
<i>Biomassa</i>	<i>Voorjaar</i>	Laag	Laag	Hoog
	<i>Najaar</i>	Hoog	Hoog	Hoog
<i>Dominante soorten</i>	<i>Voorjaar</i>	O. albida, C. crangon, P. bernhardus, L. holsatus	C. crangon, P. bernhardus	O. albida, C. crangon, P. bernhardus, L. holsatus
	<i>Najaar</i>	C. crangon, L. holsatus	L. holsatus, pijlinktvis	O. albida, C. crangon, P. bernhardus, L. holsatus, L. vulgaris

De dichtheidswaarden voor de concessiegebieden, de randzones en de referentiegebieden uit deze studie waren vrij laag, intermediair tussen de kustwaarden en de verderaf gelegen gebieden, en vergelijkbaar met o.a. de randzones rond de Buitenratel en de Oostdyck. Dit kwam grotendeels overeen met andere studies van ILVO-Visserij die gebruik maakten van gegevens uit andere jaren (zie o.a. Calewaert *et al.*, 2005).

### Bank Zonder Naam

Gezien de Bank Zonder Naam slechts op 6 km van de Thorntonbank gelegen is worden gelijkaardige diversiteits en dichtheids patronen verwacht. Er kan dus besloten worden dat de dichtheid op de Bank Zonder Naam zeer laag ( $\pm 50$  ind/1000m<sup>2</sup>) zal zijn in vergelijking met de rijke kustgebieden.

## **VISSEN**

De belangrijkste ordes van de demersale vissen zijn de Haringachtigen (*Clupeiformes*), de Kabeljauwachtigen (*Gadiformes*), de Baarsachtigen (*Perciformes*), de Platvissen (*Pleuronectiformes*) en de Schorpioenvisachtigen (*Scorpaeniformes*).

### Het Belgische Deel van de Noordzee

De kustzone is duidelijk rijker aan demersale vissen dan de verderaf gelegen gebieden (Figuur 4.6.7). In totaal werden op het BDNZ (en het aangrenzende stukje NCP) 52 demersale vissoorten waargenomen in 2005, waarvan 38 soorten in het voorjaar en 45 soorten in het najaar. De gemiddelde soortenrijkdom varieerde tussen 9 en 24 soorten per vissleep (Figuur 4.6.8). Het aantal soorten lag 25 % lager in de oostelijke kustzone in vergelijking met de kustzone tussen 5 en 15 km uit de kust. Ook in de offshore gebieden van het BDNZ > 30 km uit de kust (Hinderbanken) lag de soortenrijkdom vrij hoog.

**Figuur 4.6.7: Grafische weergave van de ruimtelijke verspreiding van de gemiddelde densiteit in 2005 voor de demersale visfauna (De Maerschalck *et al.*, 2006)**

**Figuur 4.6.8: Grafische weergave van de ruimtelijke verspreiding van de gemiddelde soortenrijkdom in 2005 voor de demersale visfauna (De Maerschalck *et al.*, 2006)**

Thorntonbank

De resultaten in verband met de referentietoestand van de demersale vissen op de Thorntonbank (De Maerschalck *et al.*, 2006) kunnen als volgt worden samengevat.

In totaal werden 40 demersale vissoorten genoteerd in 2005, waarvan 32 soorten in het voorjaar en 29 in het najaar. In het najaar werden 7 soorten aangetroffen die niet in het voorjaar voorkwamen, terwijl omgekeerd 11 soorten die in het voorjaar wel voorkwamen niet werden teruggevonden in het najaar.

In het voorjaar waren de belangrijkste soorten in termen van densiteit in alle zones: sprot *Sprattus sprattus* en haring *Clupea harengus* (Clupeiformes), naast rasterpitvis *Callionymus reticulatus* en in mindere mate gewone pitvis *Callionymus lyra* (Perciformes), en schar *Limanda limanda* en dwergtong *Buglossidium luteum* (Pleuronectiformes). Het najaar werd overheerst door horsmakreel *Trachurus trachurus*, kleine pieterman *Echiichtys vipera*, beide pitvissen en dikkopje *Pomatoschistus minutus* voor de Perciformes en dwergtong *Buglossidium luteum* en schar *Limanda limanda* voor de Pleuronectiformes. In het voorjaar behoorden de belangrijkste vertegenwoordigers tot de Clupeiformes (>80 %). In het najaar echter waren de Clupeiformes zo goed als afwezig.

Een duidelijk onderscheid is waarneembaar tussen de toppen en de randen van de Thorntonbank. Algemeen gezien is de gemiddelde densiteit ongeveer 75-80 % lager op de toppen dan in de geulen. De gemiddelde densiteit op de bank is vergelijkbaar in het voor- en najaar (24-38 ind/1000m<sup>2</sup>), maar de diversiteit is hoger in het najaar (16-18 soorten) dan in het voorjaar (11-12 soorten). Zowel in de concessiegebieden (toppen) als in de randzones (geulen) er rond overheersten de Perciformes (resp. 75-85 % en 50-85 %), met een bijdrage van de Pleuronectiformes tussen 10 en 35 %.

De randzones van de Thorntonbank waren net als bij het epibenthos best vergelijkbaar met de randzones in de lineair gestructureerde zandbank complexen tussen 15 en 30 km uit de kust. Het temporeel patroon in de randzones rond de concessiegebieden was vergelijkbaar met de randzones rond de Oostdyck en de Bligh Bank, gekenmerkt door een tweejarig oscillerend patroon.

Bank Zonder Naam

De Maerschalck *et al.* (2006) toont gelijklopende patronen voor de Oostdyck, Bligh Bank en Thorntonbank. Gezien de Bank Zonder Naam gelegen is tussen de Thorntonbank en de Bligh Bank, kan een vergelijkbaar patroon (densiteit, diversiteit, soortensamenstelling) als beschreven voor de Thorntonbank verwacht worden voor de Bank Zonder Naam (Figuur 4.6.7 en Figuur 4.6.8).

De Thorntonbank blijkt tevens een belangrijk paaigebied (voorjaar) te zijn voor sprot *Sprattus sprattus* en haring *Clupea harengus*, en in iets mindere mate voor onder andere schar *Limanda limanda* en dwergtong *Buglossidium luteum* (De Maerschalck *et al.*, 2006; Ter Hofstede *et al.*, 2005). De Thorntonbank ligt slechts op 6 km van de Bank Zonder Naam waardoor hier gelijkaardige resultaten kunnen verwacht worden.

### **4.6.1.3 Autonome ontwikkeling**

Indien er op de Bank Zonder Naam geen windturbinepark zou gebouwd en geëxploiteerd worden, zouden de benthosgemeenschappen en de demersale visfauna niet wezenlijk veranderen. De aanwezige



dominante benthische soorten (*Bathyporeia guilliamsoniana*, *Nephtys cirrosa*, *Spiophanes bombyx* en *Urothoe brevicornis*) werden namelijk reeds in de periode 1976-1986 en in de periode 1994-2001 waargenomen (De Maerschalck *et al.*, 2006). Hetzelfde geldt voor de demersale visfauna. De aanwezige dominante soorten zijn vergelijkbaar voor de periode 1996-2005 met een min of meer tweejaarlijks patroon in densiteit ten gevolge van pieken van kleine pieterman en in mindere mate schar. Langetermijn trends in densiteit en soortenrijkdom tonen wel een algemene stijging in densiteit als soortenrijkdom voor zowel het benthos als de vissen doorheen de tijd.

Andere activiteiten kunnen de autonome ontwikkeling echter beïnvloeden. De Bank Zonder Naam is namelijk gelegen in de afgebakende zone voor de ontwikkeling van windenergie (KB 17/05/2004), waardoor reeds goedgekeurde (C-Power, Belwind) windturbineparken een effect kunnen hebben op het aquatische milieu als geheel doordat ze een aantrekking zouden kunnen uitoefenen op (jonge) vissen en andere epibenthische organismen waardoor het gebied soortenrijker wordt en nieuwe gemeenschappen herbergt.

Bovendien heeft de Minister op 7 oktober 2005 een vergunning toegekend voor de productie van tweekleppige weekdieren in 4 zones van de Noordzee, waaronder de zone 'op en achter de Thorntonbank' (Zone 4) die overeenkomt met de afgebakende windconcessie zone. Bij de maricultuur zal een foulinggemeenschap ontstaan, zowel op de gekweekte mosselen zelf als op de kweekstructuren. Daarnaast zal de aanwezigheid van de hangcultuur een bijkomende aantrekking van vogels en vissen met zich meebrengen, alsook van parasieten (zuigwormen, roeipootkreeftjes, etc.) en pathogenen.

Ook mogelijke veranderingen in de traditionele visserijsector bijvoorbeeld met betrekking tot bevissingsmethodes, intensiteit of locatie van het vissen, zouden kunnen van invloed zijn op de samenstelling van de benthische levensgemeenschap en bestaande visfauna in het projectgebied. Momenteel zijn daar echter nog geen wetenschappelijke studies over beschikbaar.

Er zijn geen andere mariene activiteiten (zandwinning, transport, dumpen van baggerspecie, ...) op het BDNZ waarvan een effect in de toekomst kan verwacht worden op de Bank Zonder Naam en het Eldepasco windturbinepark dat daar zou gebouwd worden.

Verder kan verwacht worden dat de benthos- en visgemeenschap wijzigingen zullen ondergaan ten gevolge van de klimaatsverandering (wijzigingen in stromingskarakteristieken, chemische eigenschappen van het zeewater, temperatuur, stormfrequenties, etc.). Op dit moment heerst er nog veel onzekerheid over de kwantificering van de invloeden van klimaatsverandering op het mariene milieu, zeker op de schaalgrootte van het BDNZ. Bovendien zijn de effecten geïnduceerd door klimaatsverandering niet altijd te scheiden van effecten tengevolge van anderen, menselijke invloeden. Daarom werden recent door het Federaal Wetenschapsbeleid een aantal onderzoeksprojecten opgestart (Climar, Quest4D, Amore III) die een antwoord moeten trachten te bieden op de invloed van de klimaatsverandering op onder meer stromingskarakteristieken, sedimenttransport, temperatuur, nutriëntenbalans en ecologie, ter hoogte van het BDNZ.

#### **4.6.1.4 Effecten**

De effectenanalyse onderzoekt welke handelingen tijdelijke of permanente directe/indirecte effecten hebben voor het benthos en de demersale visfauna. Om deze effecten te kunnen schatten, worden de effecten van windturbines op andere disciplines zoals water en zeebodem eveneens geraadpleegd. Na de beschrijving en de beoordeling van de effecten wordt onderzocht of er milderende maatregelen kunnen worden voorgesteld, welke leemten er bestaan in de kennis en welke monitoring er het beste kan worden uitgevoerd.

De effecten op het benthos en de vissen ten gevolge van de constructie, exploitatie en ontmanteling van het windturbinepark en de bijhorende bekabeling worden per fase besproken. De algemene

effectbeschrijving is zowel geldig voor de scenario's van het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied. Indien relevant wordt een duidelijk onderscheid gemaakt.

Naast de effecten veroorzaakt door het Eldepasco project, zijn er ook mogelijke cumulatieve effecten te verwachten ten gevolge van de (toekomstig) geplande windturbineparken in de afgebakende windconcessie zone. Deze worden beschreven in hoofdstuk 6.

## **CONSTRUCTIEFASE**

De effecten die kunnen optreden tijdens de constructiefase zijn: verstoring/vernietiging van de habitat (biotoopverlies), verlies aan organismen, verstoring (sedimentatie, geluid en trillingen, vrijkomen van sediment gebonden stoffen, olie). Met uitzondering van de vernietiging van biotoop en organismen, zijn de andere effecten tijdelijk.

### Biotoopverlies (zandig substraat)

Door de installatie van de funderingen en de erosiebescherming van de windturbines en van het transformatorplatform wordt een gedeelte van de oorspronkelijk zandige biotoop door nieuwe structuren ingenomen (direct biotoopverlies). Daarnaast is er ook een al dan niet tijdelijke biotoopverstoring tengevolge van stockage van het uitgebaggerde zand in geval van de gravitaire funderingstechniek (indirect biotoopverstoring). In beide gevallen (direct + indirect) wordt de habitat vernietigd en sterft het bodemleven (benthos). Dit effect doet zich onmiddellijk voor en is onomkeerbaar tijdens de exploitatiefase van het park. Het verlies van biotoop is afhankelijk van het aantal funderingen, het funderingstype en het oppervlak aan erosiebescherming.

#### *Direct biotoopverlies*

Eldepasco voorziet drie alternatieve funderingstypes: de monopile, de multipode/jacketstructuur en de gravitaire fundering. Voor de berekening van het directe biotoopverlies wordt bij de monopiles en de multipode/jacketstructuur uitgegaan van de oppervlakte ingenomen door de turbine (heien) en de erosiebescherming. Bij de gravitaire fundering valt deze oppervlakte (turbine + erosiebescherming) binnen de zone die uitgegraven wordt voor de fundering zelf én is deze laatste dus bepalend voor het verlies aan natuurlijk zandig biotoop. De berekening van het directe biotoopverlies ten gevolge van de funderingsputten gaat uit van de verstoorde oppervlakte ter hoogte van de natuurlijke zeebodem (incl. schuine wanden), en dus niet enkel van de bodemoppervlakte van de put. Naast het funderingstype speelt het aantal turbines (vermogensafhankelijk) een rol.

In volgende paragrafen wordt het direct biotoopverlies berekend voor het oorspronkelijke en het uitgebreide concessiegebied.

### **A. Oorspronkelijke concessiegebied**

In Tabel 4.6.3 wordt voor het oorspronkelijke concessiegebied het directe biotoopverlies (zowel voor de 3 MW als de 6 MW) en per funderingsalternatief voorgesteld.

**Tabel 4.6.3: Direct biotoopverlies (oorspronkelijke concessiegebied)**

Funderingstype	Direct biotoopverlies (m <sup>2</sup> )		Indirect biotoopverlies (m <sup>2</sup> ) (stockage 1 m)		Indirect biotoopverlies (m <sup>2</sup> ) (stockage 5 m)	
	3 MW	6 MW	3 MW	6 MW	3 MW	6 MW
Monopile	36.050	19.085	0	0	0	0
Multipode/jacket	36.050	19.085	0	0	0	0
Gravitaire	929.475	492.075	2.295.000	1.215.000	459.000	243.000

Voor de monopile en multipode/jacket structuur is het direct biotoopverlies per turbine 707 m<sup>2</sup>, terwijl dit voor de graviteitsfundering 18.225 m<sup>2</sup> per turbine is. Al naargelang het type fundering zal het totale directe verlies aan zandig biotoop door het volledig windturbinepark (inclusief meteomast, transformator) variëren tussen 1,9 ha (monopile/multipode (jacket); 6 MW) en 92,9 ha (gravitaire; 3 MW) of respectievelijk 0,21 % - 10,29 % van de concessiezone *sensu stricto* (excl. veiligheidszone). Het directe biotoopverlies is ongeveer 26 maal groter bij een gravitaire fundering dan bij een monopile/ multipode (jacket). Het direct biotoopverlies is dus gering (0/-; monopile) tot matig (-; gravitaire) negatief voor de oorspronkelijke concessiezone *sensu stricto*.

Het concessiegebied heeft een oppervlakte van 9,03 km<sup>2</sup> (*sensu stricto*) of 17,48 km<sup>2</sup> (incl. 500 m veiligheidszone). Voor de concessie zone *sensu stricto* betekent dit 3,42 % van de windconcessie zone of 0,25 % van het BDNZ. Met inbegrip van de 500 m veiligheidszone komt dit neer op 6,62 % van de windconcessie zone of 0,49 % van het BDNZ. Het totale directe biotoopverlies voor het volledige windturbinepark (turbines + erosiebescherming + TFP + meteo) wordt maximaal geraamd op 92,9 ha (gravitaire; 3 MW). Relatief betekent dit een biotoopverlies van ongeveer 0,35 % van de windconcessie zone of 0,03 % van het BDNZ.

### **B. Uitgebreide concessiegebied**

In Tabel 4.6.4 wordt voor het uitgebreide concessiegebied het directe biotoopverlies (zowel voor de 3 MW als de 6 MW) en per funderingsalternatief voorgesteld.

**Tabel 4.6.4: Direct biotoopverlies (uitgebreide concessiegebied)**

Funderingstype	Direct biotoopverlies (m <sup>2</sup> )		Indirect biotoopverlies (m <sup>2</sup> ) (stockage 1 m)		Indirect biotoopverlies (m <sup>2</sup> ) (stockage 5 m)	
	3 MW	6 MW	3 MW	6 MW	3 MW	6 MW
Monopile	52.308	26.861	0	0	0	0
Multipode/jacket	52.308	26.861	0	0	0	0
Gravitaire	1.348.650	692.550	3.330.000	1.710.000	666.000	342.000

Analoog als voorgaande bespreking, is het directe biotoopverlies ongeveer 26 maal groter bij een gravitaire fundering dan bij een monopile/ multipode (jacket). Al naargelang het type fundering zal het totale directe verlies aan zandig biotoop door het volledig windturbinepark (inclusief meteomast, transformator) variëren tussen 2,68 ha (monopile/multipode (jacket); 6 MW) en 134,8 ha (gravitaire; 3 MW) of respectievelijk 0,19 % - 9,43 % van de concessiezone *sensu stricto* (excl. veiligheidszone). Het

direct biotoopverlies is dus gering (0/-; monopile) tot matig (-; gravitaire) negatief voor de uitgebreide concessiezone *sensu stricto*.

Het concessiegebied heeft een oppervlakte van 14,30 km<sup>2</sup> (*sensu stricto*) of 23,69 km<sup>2</sup> (incl. 500 m veiligheidszone). Voor de concessie zone *sensu stricto* betekent dit 5,42 % van de windconcessie zone of 0,40 % van het BDNZ. Met inbegrip van de 500 m veiligheidszone komt dit neer op 8,97 % van de windconcessie zone of 0,66 % van het BDNZ. Het totale directe biotoopverlies voor het volledige windturbinepark (turbines + erosiebescherming + TFP + meteo) wordt maximaal geraamd op 134,86 ha (gravitaire; 3 MW). Relatief betekent dit een biotoopverlies van ongeveer 0,51 % van de windconcessie zone of 0,04 % van het BDNZ.

#### *Indirecte biotoopverstoring*

Naast het permanente verlies aan biotoop (tijdens de exploitatiefase) is er ook de tijdelijke verstoring van het biotoop tijdens de bouwfase ten gevolge van stockage van het uitgebaggerde zand (enkel bij gravitaire fundering).

#### **A. Oorspronkelijke concessiegebied**

Bij de keuze voor gravitaire funderingen komt een substantiële verstoring van het biotoop door het -al dan niet tijdelijk- stockeren van het uitgebaggerde zand (45.000 m<sup>3</sup>/turbine). De oppervlakte van de bodemverstoring ten gevolge van de stockage is afhankelijk van het gekozen scenario en varieert voor het oorspronkelijke concessiegebied tussen 229,5 ha (stockage van al het gebaggerde zand met een laagdikte van 1 m; 3 MW) en 24,3 ha (stockage van al het gebaggerde zand met een laagdikte van 5 m; 6 MW) of respectievelijk 25,42 % (stockage van al het gebaggerde zand met een laagdikte van 1 m) of 2,69 % (stockage van al het gebaggerde zand met een laagdikte van 5 m) van het concessiegebied *sensu stricto*. Het effect wordt als significant (1 m stockage) tot matig (5 m stockage) negatief beoordeeld voor het oorspronkelijk concessiegebied afhankelijk van het scenario.

#### **B. Uitgebreide concessiegebied**

De oppervlakte van de bodemverstoring ten gevolge van de stockage varieert voor het uitgebreide concessiegebied tussen 333,0 ha (stockage van al het gebaggerde zand met een laagdikte van 1 m; 3 MW) en 34,2 ha (stockage van al het gebaggerde zand met een laagdikte van 5 m; 6 MW) of respectievelijk 23,29 % (stockage van al het gebaggerde zand met een laagdikte van 1 m) of 2,39 % (stockage van al het gebaggerde zand met een laagdikte van 5 m) van het concessiegebied *sensu stricto*. Het effect wordt als significant (1 m stockage) tot matig (5 m stockage) negatief beoordeeld voor het uitgebreide concessiegebied afhankelijk van het scenario.

#### *Totaal biotoopverlies*

Het totale biotoopverlies (direct + indirect) van het volledige windturbinepark wordt voor de twee stockage scenario's weergegeven voor zowel het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied.

## A. Oorspronkelijke concessiegebied

**Tabel 4.6.5: Totaal biotoopverlies (m<sup>2</sup>) per funderingstype (oorspronkelijke concessiegebied)**

Funderingstype	Totaal biotoopverlies (m <sup>2</sup> ) (stockage 1 m)		Totaal biotoopverlies (m <sup>2</sup> ) (stockage 5 m)	
	3 MW	6 MW	3 MW	6 MW
Monopile	36.050	19.085	36.050	19.085
Multipode/jacket	36.050	19.085	36.050	19.085
Gravitaire	3.224.475	1.707.075	1.388.475	735.075

Er treedt duidelijk een schaalvergroting (tussen de 38 x (scenario 5 m) en de 90 x (scenario 1 m)) op van het totale biotoopverlies (direct en indirect) bij de keuze voor gravitaire fundering ten opzichte van de monopile of multipode/jacketstructuur fundering. Dit grote verschil is hoofdzakelijk te wijten aan het afwezig zijn van indirecte biotoopverlies voor stockage van zand bij de keuze voor een monopile of multipode/jacketstructuur fundering.

Het scenario waarbij gekozen wordt voor een stockage van het uitgebaggerde zand (gravitaire) in een laag van 5 m betekent een daling van de verstoring met ongeveer 43 %. Ondanks de significante negatieve biotoopverstoring in het scenario 1 m stockage bij de gravitaire fundering voor het concessiegebied *sensu stricto*, is deze maximale oppervlakte-inname (stockage) relatief klein in vergelijking met de windconcessie zone (< 1 %) en zeker met het gehele BDNZ (< 0,1 %). Het totale biotoopverlies (erosiebescherming + stockage) bedraagt hierdoor maximaal 1,22% t.o.v. de windconcessiezone of 0,09% t.o.v. het BDNZ. De Bank Zonder Naam wordt bovendien niet gekenmerkt door speciale natuurwaarden waardoor er kan besloten worden dat het verlies aan biotoop voor benthische organismen voor de verschillende types van funderingen een gering (0/-) tot matig (-) negatief effect zal hebben voor het mariene ecosysteem dat binnen de aanvaardbare normen ligt.

## B. Uitgebreide concessiegebied

**Tabel 4.6.6: Totaal biotoopverlies (m<sup>2</sup>) per funderingstype (uitgebreide concessiegebied)**

Funderingstype	Totaal biotoopverlies (m <sup>2</sup> ) (stockage 1 m)		Totaal biotoopverlies (m <sup>2</sup> ) (stockage 5 m)	
	3 MW	6 MW	3 MW	6 MW
Monopile	52.308	26.861	52.308	26.861
Multipode/jacket	52.308	26.861	52.308	26.861
Gravitaire	4.678.650	2.402.550	2.014.650	1.034.550

Analoog als het oorspronkelijke concessiegebied, treedt een schaalvergroting (tussen de 38 x (scenario 5 m) en de 90 x (scenario 1 m)) op van het totale biotoopverlies (direct en indirect) bij de keuze voor gravitaire fundering ten opzichte van de monopile of multipode/jacketstructuur fundering.

Opnieuw betekent dit een daling van de verstoring met 43% indien gekozen wordt voor het scenario van stockage van het uitgebaggerde zand (gravitaire) in een laag van 5 m t.ov. laag van 1 m. De maximale oppervlakte inname in het scenario 1 m stockage bij de gravitaire fundering (3MW) verhoogt (ivm het

oorspronkelijke concessiegebied) tot 1,3% ten opzichte van de windconcessie zone, maar blijft onder de 0,1% voor het gehele BDNZ. Hierdoor komt het totale biotoopverlies (stockage + erosiebescherming) maximaal op 1,7% t.o.v. de windconcessiezone of 0,13% voor het gehele BDNZ. Ondanks het significant negatieve effect voor het concessiegebied *sensu stricto* (max. 32,72%), kan opnieuw besloten worden dat het verlies aan biotoop voor benthische organismen voor de verschillende types van funderingen een matig negatief (-) effect zal hebben op grotere schaal en dat het op die manier binnen aanvaardbare normen ligt.

### Verlies aan organismen

Ongeacht het funderingstype en de gebruikte techniek mogen we veronderstellen dat de volledige biotische zone die zich bevindt onder het stuk zeebodem dat in beslag wordt genomen, zal worden vernietigd door zowel het verwijderen, het verstikken, het beschadigen of het doden van de organismen door de hei- en baggeractiviteiten en het storten van uitgebaggerd zand. Het direct verwijderen van organismen en individuen wordt beschouwd als een wezenlijke biologische impact.

### *Benthos*

Het verlies aan endobenthische organismen is recht evenredig met het biotoopverlies/verstoring. Ondanks het ontbreken van site-specifieke data (biomassa en populatiestructuur) kan het letale effect afgeleid worden uit de gegevens van de referentiestudie van de Thorntonbank (De Maerschalck *et al.*, 2006). Deze indicatieve waarde wordt gebaseerd op de gemiddelde biomassa-waarde voor de twee concessiegebieden (top+ randzone) op de Thorntonbank. Voor het macrobenthos bedraagt deze waarde 2,87 g (voorjaar) en 2,41 g asvrij drooggewicht/m<sup>2</sup> (najaar). Rekening houdende met een verhouding drooggewicht/natgewicht van 8 %, komt dit neer op een natgewicht aan biomassa van 35,8 g/m<sup>2</sup> (voorjaar) en 30,1 g/m<sup>2</sup> (najaar). Het epibenthos draagt minder bij tot de biomassa (max. 0,14 g WW/m<sup>2</sup>). De seizoensgebonden schommeling is echter wel groter.

**Tabel 4.6.7: Biomassaberekeningen (naar De Maerschalck *et al.*, 2006)**

	Macrobenthos		Epibenthos	
	voorjaar 2005	najaar 2005	voorjaar 2005	najaar 2005
Westelijk concessiegebied	3,59 g AFD/m <sup>2</sup>	3,03 g AFD/m <sup>2</sup>	0,12 g WW/m <sup>2</sup>	0,054 g WW/m <sup>2</sup>
Oostelijk concessiegebied	2,15 g AFD/m <sup>2</sup>	1,78 g AFD/m <sup>2</sup>	0,16 g WW/m <sup>2</sup>	0,079 g WW/m <sup>2</sup>
Gemiddelde concessie (g AFD/m <sup>2</sup> )	2,87	2,41		
gemiddelde (g WW/m <sup>2</sup> )	35,83	30,11	0,14	0,06

Op grond van de deze cijfers kunnen we het verlies aan biomassa (macro- en epibenthos) ramen op ongeveer 33 g/m<sup>2</sup>. Deze inschatting is van dezelfde grootte-orde als het biomassa verlies berekend in de studie voor de Deense windturbineparken (41 g/m<sup>2</sup>) (Leonhard, 2000).

Uitgaande van de hierboven berekende oppervlakte (biotoopverlies/verstoring) kan een inschatting gemaakt worden van het verlies aan organismen in het oorspronkelijke en het uitgebreide concessiegebied.

## A. Oorspronkelijke concessiegebied

**Tabel 4.6.8: Totaal biomassaverlies (kg) (oorspronkelijke concessiegebied)**

Funderingstype	Biomassaverlies (kg) (stockage 1 m)		Biomassaverlies (kg) (stockage 5 m)	
	3 MW	6 MW	3 MW	6 MW
Monopile	1.190	630	1.190	630
Multipode/jacket	1.190	630	1.190	630
Gravitaire	106.408	56.333	45.820	24.257

Het verlies aan biomassa door de constructie en erosiebescherming bedraagt minimaal 630 kg (monopile/multipode/jacket; 6 MW) en maximaal 30.673 kg (gravitaire; 3 MW). Het bijkomende verlies tengevolge van de stockage van uitgebaggerd zand (enkel bij keuze gravitaire) wordt maximaal (scenario 1 m) op ongeveer 76.000 kg geschat, een significante stijging ten opzichte van monopiles en multipodes. Rekening houdend dat naast het aanwezige macro- en epibenthos ook een fractie mobiele organismen (vnl. vissen) door de constructie van het windturbinepark zullen beschadigd of zelfs gedood worden door verstikking tijdens de graafwerken, wordt het maximale totale verlies (gravitaire; 1 m laag; 3 MW) in het oorspronkelijke concessiegebied op ruwweg 110.000 kg geschat.

Ondanks het relatief groot verlies aan organismen door de ontwikkeling van het Eldepasco park (matig negatief effect), blijft de oppervlakte waarop de destructieve activiteiten zullen plaatsvinden, beperkt in vergelijking met het totale Belgische deel van de Noordzee. De effecten zullen naar verwachting dus ook geen negatieve gevolgen hebben voor de totale bodemgemeenschap, tenzij het windturbinepark zou geplaatst worden op een zeldzaam habitat of zeldzame soorten. De Bank Zonder Naam is echter niet aangeduid als beschermd gebied, waardoor de invloed van de mortaliteit op de biomassa of op het functioneren van het plaatselijke ecosysteem (BDNZ) als verwaarloosbaar (0/-) wordt beschouwd. Bovendien zal herkolonisatie van het verplaatste zand (stockage) in alle waarschijnlijkheid grotendeels plaatsvinden binnen het jaar.

Doordat het gebied afgesloten wordt voor (boomkor)visserij, wordt anderzijds een refugium gecreëerd voor macrobenthos. Het verlies van bodemorganismen ten gevolge van visserij (sterfte van 5-65 %) wordt hierdoor vermeden. Onderzoek in een voor visserij gesloten veiligheidszone rond een offshore installatie op het Friese Front (centrale NCP) liet een veel beter ontwikkelde fauna zien dan in referentiegebieden op grote afstand van dit platform (Bergman *et al.*, 2005).

## B. Uitgebreide concessiegebied

**Tabel 4.6.9: Totaal biomassaverlies (kg) (uitgebreide concessiegebied)**

Funderingstype	Biomassaverlies (kg) (stockage 1 m)		Biomassaverlies (kg) (stockage 5 m)	
	3 MW	6 MW	3 MW	6 MW
Monopile	1.726	886	1.726	886
Multipode/jacket	1.726	886	1.726	886
Gravitaire	154.395	79.284	66.483	34.140

Het verlies aan biomassa door de constructie en erosiebescherming bedraagt minimaal 886 kg (monopile/multipode/jacket; 6 MW) en maximaal 44.505 kg (gravitaire; 3 MW). Het bijkomende verlies tengevolge van de stockage van uitgebaggerd zand (enkel bij keuze gravitaire) wordt maximaal (scenario 1 m) op ongeveer 110.000 kg geschat, een significante stijging ten opzichte van monopiles en multipodes. Rekening houdend dat naast het aanwezige macro- en epibenthos ook een fractie mobiele organismen (vnl. vissen) door de constructie van het windturbinepark zullen beschadigd of zelfs gedood worden door verstikking tijdens de graafwerken, wordt het maximale totale verlies (gravitaire; 1 m laag; 3 MW) in het oorspronkelijke concessiegebied op ruwweg 160.000 kg geschat.

Analoog aan de beschreven redenering voor het oorspronkelijke concessiegebied, en de berekeningen van het biotoopverlies ten opzichte van de windconcessiezone en het BDNZ, zullen de effecten geen significante gevolgen hebben voor de totale bodemgemeenschappen op het BDNZ. Ondanks de significant grotere impact bij gravitaire funderingen, wordt het relatieve verlies aan benthos ten opzichte van het BDNZ voor de verschillende funderingstypes als aanvaardbaar (-) beschouwd.

### *Vissen*

Tijdens het heien is het mogelijk dat ook vissen die zich dicht bij de hei-installatie bevinden, gewond raken of sterven. Voor een verdere bespreking van de mogelijke gevolgen wordt verwezen naar de paragraaf "geluid en trillingen".

### Verstoring (sedimentatie)

Tijdens de bouwfase zal het volledige concessiegebied algemeen verstoord worden. De potentiële verstoring zal voornamelijk bestaan uit het opwoelen van de zeebodem en het sediment, de wijziging van de turbiditeit en het geproduceerde geluid en trillingen (zie volgende paragraaf). Deze mogelijke effecten worden verder besproken voor het benthos en de vissen.

De hieronder beschreven effecten zijn zowel geldig voor het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied.

### **A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied**

#### *Benthos*

De baggeractiviteiten nodig voor het plaatsen van de windturbines (heien), de funderingen én het storten van het uitgebaggerde zand (gravitair) zorgen niet enkel voor een (tijdelijk) verlies aan biotoop, maar ook voor een verhoogde sedimentatie en turbiditeit in de onmiddellijke omgeving van de werken.

Door de vertroebeling van de waterkolom dringt er minder licht door. Dit kan eventueel de groei (primaire productie) van het fytoplankton belemmeren waardoor mogelijks de voedselketen beïnvloed wordt. De verhoogde aanwezigheid van sedimentpartikels in de waterkolom kan leiden tot het verstoppert van de filtermechanismen van de organismen met mogelijks fatale gevolgen. In vergelijking met de zandontginningsactiviteiten (gemiddeld  $\pm 2 \text{ M m}^3/\text{jaar}$ ) die plaatsvinden op het BDNZ, is de maximale intensiteit van baggeren zowel in het oorspronkelijke ( $3,3 \text{ M m}^3/2 \text{ jaar}$ ) en in het uitgebreide ( $4,8 \text{ M m}^3/2 \text{ jaar}$ ) van dezelfde grootte-orde. De specifieke impact door sedimentatie ten gevolge van zandextractie op het BDNZ is mede rekening houdende met de natuurlijke hoge inputs van gesuspendeerd materiaal ten gevolge van getijden- en golfwerking (zeer dynamisch systeem) als aanvaardbaar beschouwd (Ecolas, 2006). De levensgemeenschap is namelijk goed aangepast aan een zandige ondergrond die van nature in beweging is. Analoog met deze bevindingen, kunnen we veronderstellen dat de verstoring door sedimentatie ten gevolge van de baggeractiviteiten voor het windturbinepark Eldepasco een matig negatief (-) effect zal zijn en dat de densiteit en soortenrijkdom van de benthische gemeenschappen binnen het jaar grotendeels (60-80 %) hersteld zal zijn na stopzetting van de baggerwerken (Ecolas,



2006; Bio/consult as, 2005). Bij het herstel zullen in eerste instantie r-strategen (pionierssoorten: snelle groei en veel nakomelingen) domineren.

### *Vissen*

Alle levensstadia van vissen (en in beperkte mate de meer mobiele benthische organismen) zullen tijdelijk verstoord worden door het omwoelen van de zeebodem, door onderwaterbewegingen en andere activiteiten op de zeebodem. De kans is groot dat zij zullen wegtrekken van de plek waar de werkzaamheden worden uitgevoerd zodat het effect minder groot zal zijn dan bij sedentaire organismen (Bio/consult as, 2005). Het negatieve effect (0/-) zal dus tijdelijk zijn en naar verwachting zullen de organismen snel naar het projectgebied terugkeren zodra de bouwfase achter de rug is.

Anderzijds kan de storing ook een positieve impact (0/+) hebben: met name de verhoogde beschikbaarheid van prooidieren door o.a. het omwoelen van het sediment (Grontmij, 2006a). De mate waarin dat van invloed kan/zal zijn, is echter niet bekend. Ten slotte is er het gewinningsaspect, waarover geen informatie beschikbaar is.

Door de plaatsing van de windturbines kan er een duidelijke verstoring en gedeeltelijke bezetting van de Bank Zonder Naam optreden die mogelijk dienst doet als paai- en kweekgebied van bepaalde vissoorten. Op dit ogenblik kan er niet voorspeld worden of die soorten naar dezelfde paaiplaatsen/kweekgebieden zullen terugkeren eenmaal de windturbines er staan. Het betreft een leemte in de kennis en monitoring is dus aangewezen. De mogelijkheid bestaat dat de paai- en kraamgebieden tijdens de bouwfase worden verstoord, maar dat ze zich zullen herstellen en opnieuw aantrekkelijk zullen worden tijdens de exploitatiefase. Een gedeelte van de paaiperiode van de sprot (april-mei) valt echter samen met de periode waarin de bouwactiviteiten zullen plaatsvinden. In een 'worst case scenario' zou dat kunnen leiden tot een verlies aan paaiplaatsen gedurende één jaar wat een invloed kan hebben op de plaatselijke populatiestructuur en op de biodiversiteit.

Door een mogelijke sluiting van het gebied voor bepaalde activiteiten, zal anderzijds het concessiegebied niet langer verstoord worden door de visserij (vooral boomkorvisserij). Dit zal een positief effect hebben op zowel het benthos als het visbestand (refugium effect).

Er kan besloten worden dat de beschreven negatieve effecten ten gevolge van de verschillende vormen van verstoring als niet significant worden beschouwd voor de vissen. De recente monitoringsstudies in Horns Rev en Nysted (Dong energy *et al.*, 2006) blijken dit te bevestigen.

### Geluid en trillingen (heien)

Een belangrijke verstoring tijdens de bouwfase is de productie van geluid en trillingen ten gevolge van het heien (monopile/ multipode/jacket structuur), het kabelleggen en de toegenomen scheepstraffiek. De grootste hinder valt te verwachten van het heien van de palen. Deze mogelijke effecten worden verder besproken voor het benthos en de vissen.

De hieronder beschreven effecten zijn zowel geldig voor het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied.

### **A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied**

#### *Benthos*

Trillingen en drukveranderingen ten gevolge van geluid kunnen een effect hebben op invertebraten zoals de crustacea (Popper *et al.*, 2001). De studies op Horns Rev en Nysted tonen aan dat de geluidsimpact ten gevolge van het heien van palen verwaarloosbaar (0/-) is voor de benthische gemeenschappen (Dong energy *et al.*, 2006).

## Vissen

De effecten tengevolge van het heien (monopaal, multipode/jacket) op vissen kunnen wel significant zijn. Er is echter nood aan wetenschappelijk onderzoek om bepaalde (uiteenlopende ) resultaten te bevestigen. Sommige studies concluderen dat vissen die zich in de omgeving van de installatie bevinden, grote schade zullen oplopen tijdens het heien of zelfs sterven (Grontmij, 2006a). Andere studies (o.a. Hastings & Popper, 2005) nuanceren deze resultaten daar vele studies gebaseerd zijn op extrapolaties van andere types signalen (b.v. explosies).

Effecten van zeer sterk onderwatergeluid op vis kan variëren van tijdelijke of permanente gehoorschade (beschadigingen aan haarcellen in het binnenoor), tot interne bloedingen (door het hele lichaam), tot orgaanschade (lever, nieren) door plotselinge expansie van de zwemblaas, tot een ruptuur van de zwemblaas (direct dodelijk). Vissterfte als gevolg van heigeluid kan direct zijn of indirect, bijvoorbeeld doordat meeuwen vissen oppikken die tijdelijk verdoofd aan het oppervlak komen. Dergelijke effecten zijn vastgesteld in Amerikaanse studies, tot op afstanden van 500 m tot de geluidsbron (Grontmij, 2006a). Sterfte door onderwatergeluid neemt af met afstand tot de bron, maar hoe precies hangt af van de lokale omstandigheden en de betrokken vissoorten (Hastings & Popper, 2005).

Naast deze effecten, kunnen zich ook gedragsveranderingen voordoen tengevolge van heigeluid zoals vermijding, vluchtreacties, alarm respons, verandering in scholingsgedrag, etc. In tegenstelling tot de reeds beschreven effecten die zich enkel voordoen in de onmiddellijke omgeving van de heiaactiviteit (enkele 100-den meters), zullen de gedragseffecten meerdere organismen beïnvloeden en over grotere afstanden. Een geluidsniveau van 90 dB<sub>ht</sub> (soorten) wordt vooropgesteld als drempelwaarde waarbij significante vermijdingsreacties zullen plaatsvinden (Nedwell *et al.*, 2003). Tabel 4.6.10 geeft een overzicht van berekende ranges waarbij bepaalde organismen een significant vermijdingsgedrag vertonen ten gevolge van de productie van geluid tijdens het heien.

**Tabel 4.6.10: Ranges waarbij bepaalde organismen vermijdingsgedrag vertonen ten gevolge van heiaactiviteiten (naar Nedwell *et al.*, 2003)**

Soort	Berekend range voor significant vermijdingsgedrag (m)	Berekend range voor significant vermijdingsgedrag (m) bij Kentish Flats voor 4,3m diameter palen	Berekende range voor significant vermijdingsgedrag (m) bij Greater Gabbard voor 6,5 diameter palen
Zalm	1.400	460	1.100
Kabeljauw	5.500	-	-
Schar	+1.600	+-	+-
Zeebaars	-	450	-
Haring	-	1.630	-

Uit Tabel 4.6.10 volgt dat de invloed van het geluid soortspecifiek is en bovendien bepaald wordt door de diameter van de palen. In Nedwell *et al.* (2003) werden volgende zones berekend waar significante vermijdingsreacties ten gevolge van heien te verwachten zijn: 1,4 km (zalm), 5,5 km (kabeljauw) en 1,6 km (schar, haring). Er moet echter de nodige voorzichtigheid in acht genomen worden gezien er nog grote onzekerheid heerst betreffende het extrapoleren van deze experimentele waarden (Hastings & Popper, 2005; Thomsen *et al.*, 2006; OSPAR commission, 2006). De graad van schade blijkt daarenboven niet direct gerelateerd met de afstand tot de heiplaats, maar eerder met het niveau en de duur van de geluidsblootstelling (Hastings & Popper, 2005). Dit wordt bepaald door het aantal palen en door het substraattype (hardere sedimenten ~ langere duur).

Tenslotte wordt nogmaals gewezen op het feit dat onder water omgevingen van nature reeds zeer lawaaierig zijn, met geluid afkomstig van winden, golven, sedimenttransporten. Hierdoor zijn vele

mariene organismen minder gevoelig voor geluid dan mensen en kunnen ze ook hogere geluidsniveaus verdragen (Nedwall *et al.*, 2003). Er zijn trouwens indicaties dat vissen aangetrokken worden door windparken waardoor aangenomen kan worden dat vispopulaties zullen herstellen van de geluidsimpact tijdens constructie (OSPAR commission, 2006).

De beschikbare data (hier beschreven) suggereert dus dat geluid ten gevolge van de constructie van het windturbinepark kan leiden tot gedragsveranderingen (vermijding) bij vissen. Fatale gevolgen of fysieke schade door het heien zijn beperkt tot een kleine afstand van de bron waardoor deze impact als niet significant wordt beschouwd. Hoewel bepaalde studies een indicatie geven dat populaties terugkeren na stopzetting van de geluidshinder (constructie), zijn er nog geen bewijzen dat langetermijneffecten beperkt blijven.

Bij gebrek aan gegevens voor de specifieke onderhavige situatie (vissoort, duur, frequentie, etc.), kunnen geen gedetailleerde uitspraken worden gedaan voor het Eldepasco project. Het effect van het heien zal weliswaar toenemen met het aantal te plaatsen turbines. Op basis van de beschikbare literatuur wordt het effect van heien op vis momenteel als matig (-) (oorspronkelijk/uitgebreid (3 MW)) tot gering (0/-) (oorspronkelijke/uitgebreide (6 MW)) negatief beoordeeld voor de monopile/ Multipode fundering. De recente monitoringsstudies in Horns Rev en Nysted (Dong energy *et al.*, 2006) blijken dit te bevestigen. Concluderend geldt dat de impact van geluid bij een gravitaire fundering praktisch onbestaande is in vergelijking met de andere funderingstypes.

## Besluit

Samenvattend worden de effecten (benthos en vissen) gedurende de constructiefase voor de verschillende funderingstypes en vermogens met elkaar vergeleken (significant positief (++)), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--)).

### A. Oorspronkelijke concessiegebied

	Monopile of multipode/jacket		Gravitaire	
	3 MW (48 WT)	6 MW (24 WT)	3 MW (48 WT)	6 MW (24 WT)
Biotoopverlies / verstoring				
Benthos	0/-	0/-	- tot --	-
Vissen	0/-	0/-	0/-	0/-
Verlies aan organismen				
Benthos	0/-	0/-	-	-
Vissen	0/-	0/-	0/-	0/-
Sedimentatie				
Benthos	0	0	-	-
Vissen	0	0	0/-	0/-
Geluid & trillingen				
Benthos	0/-	0/-	0	0
Vissen	-	0/-	0	0

## B. Uitgebreide concessiegebied

	Monopile of multipode/jacket		Gravitaire	
	3 MW (72 WT)	6 MW (36 WT)	3 MW (72 WT)	6 MW (36 WT)
Biotoopverlies / verstoring				
Benthos	-	0/-	--	- tot --
Vissen	0/-	0/-	0/-	0/-
Verlies aan organismen				
Benthos	0/-	0/-	-	-
Vissen	0/-	0/-	0/-	0/-
Sedimentatie				
Benthos	0	0	-	-
Vissen	0	0	0/-	0/-
Geluid & trillingen				
Benthos	0/-	0/-	0	0
Vissen	-	0/-	0	0

Ondanks bepaalde effecten als significant worden ingeschat voor bepaalde funderingstypes (gravitaire/stockage 1 m) en vermogens/configuraties in het concessiegebied *sensu stricto*, is de relatieve impact ten opzichte van de windconcessie zone of het Belgische deel van de Noordzee aanvaardbaar (-) voor alle funderingstypes en gekozen scenario.

## EXPLOITATIEFASE

De belangrijkste effecten ten gevolge van de exploitatie van het windturbinepark kunnen als volgt worden samengevat:

- Waterkwaliteit
- Introductie van hard substraat;
- Geluid en trillingen;
- Andere vormen van verstoring.

### Waterkwaliteit

Zoals besproken onder de discipline water, zal de waterkwaliteit niet negatief beïnvloed worden door het potentieel vrijkomen van olie of de aanwezigheid van corrosiebescherming. Er worden ook geen effecten verwacht in de zuurstofhuishouding. Er worden dan ook geen effecten verwacht op het onderwaterleven, zowel in het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied.

### Introductie hard substraat

De aanwezigheid van turbines, funderingen, erosiebescherming en meetmasten als kunstmatige harde laag zal leiden tot het ontstaan van een nieuw biotoop in het projectgebied ten koste van het oorspronkelijke zandige substraat. De introductie van hard substraat in zeegebieden die bijna uitsluitend bestaan uit zandige sedimenten kan beschouwd worden als het belangrijkste effect van de bouw van het windturbinepark (Dong energy *et al.*, 2006). Het zal leiden tot een verhoging van de habitat

heterogeniteit, en het ontstaan van een nieuwe gemeenschap typisch voor harde substraten. Het zal bovendien de abundantie en de biomassa van bepaalde soorten doen toenemen.

De procentuele toename van het oppervlak hard substraat is vele malen groter dan de procentuele afname van het oppervlak zandig substraat. De toename van het oppervlak hard substraat is afhankelijk van het aantal turbines, het funderingstype, de diameter van de fundering en de erosiebescherming. De oppervlakte per funderingstype wordt per turbine weergegeven in Tabel 4.6.11.

**Tabel 4.6.11: Oppervlakte hard substraat per turbine**

Funderingstype	Opp. Fundering / turbine (m <sup>2</sup> )		Opp. Erosiebescherming / turbine (m <sup>2</sup> )		Totale oppervlakte hard substraat / turbine (m <sup>2</sup> )	
	3 MW	6 MW	3 MW	6 MW	3 MW	6 MW
Monopile	16	38	691	668	707	707
Multipode/jacket	16	38	691	668	707	707
Gravitaire	491	491	7.363	7.363	7.854	7.854

De berekeningen voor de introductie hard substraat wordt in volgende paragrafen gegeven voor zowel het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied.

#### **A. Oorspronkelijke concessiegebied**

Voor het oorspronkelijke concessiegebied zal het totale oppervlakte hard substraat afkomstig van de fundering en de erosiebescherming variëren tussen ca. 19.085 m<sup>2</sup> (monopile/multipode/jacket; 6 MW) en 400.553 m<sup>2</sup> (gravitair; 3 MW) of m.a.w. respectievelijk 0,21 % en 4,44 % van de concessiezone sensu stricto. Onafhankelijk van het funderingstype bedraagt deze oppervlakte inname ≤ 0,1 % van het BDNZ.

De delen van de turbine die effectief gekoloniseerd kunnen worden door organismen zijn de turbines zelf en de erosiebescherming (Tabel 4.6.12). De funderingen liggen immers ingegraven in de zeebodem. Voor verdere berekeningen kan daarom de cilindervormige turbine als basisstructuur genomen, dit onafhankelijk van het funderingstype. Het beschikbare hard substraat voor de ontwikkeling van een nieuwe gemeenschap wordt mede bepaald door de zone van de turbine die zich onder water bevindt (afhankelijk van de diepte en het getij) en door de ligging van de erosiebescherming ten opzichte van de zeebodem.

**Tabel 4.6.12: Beschikbaar hard substraat voor kolonisatie (oorspronkelijke concessiegebied)**

Funderingstype	Turbine (20 m) (m <sup>2</sup> )		Erosiebescherming (m <sup>2</sup> )		Totaal (m <sup>2</sup> )	
	3 MW	6 MW	3 MW	6 MW	3 MW	6 MW
Monopile	14.420	11.875	35.239	18.046	49.659	29.921
Multipode/jacket	14.420	11.875	35.239	18.046	49.659	29.921
Gravitaire	14.420	11.875	375.519	198.804	389.938	210.679

De maximale waterdiepte wordt geschat op 25 m. Indien we een gemiddelde aannemen van een onderwaterzone van 20 m, dan zal de totale manteloppervlakte van de turbines variëren tussen de 11.875 m<sup>2</sup> (6 MW) en de 14.420 m<sup>2</sup> (3 MW) (Tabel 4.6.12).

Het schatten van de toename aan nieuw habitat ten gevolge van de erosiebescherming is minder eenvoudig. Het storten van de steenblokken zorgt voor een driedimensioneel karakter van de erosiebescherming. Niet enkel de bovenzijde van de blokken maar ook de onderzijde of ontstane nissen kunnen gekoloniseerd worden. We kunnen echter aannemen dat gezien de beperkte laagdikte (1,6 m) en het zeer dynamische milieu de meeste van deze holtes zich zullen vullen met zand, zodat voor de verdere

berekeningen de oppervlakte ingenomen door de erosiebescherming bepalend zal zijn. Dit betekent een maximale toename ten gevolge van de erosiebescherming van 375.519 m<sup>2</sup> indien gekozen wordt voor de gravitaire fundering en de opstelling met de 3 MW turbines (Tabel 4.6.12). Bij de andere funderingsalternatieven (monopile/multipode/jacket) ligt deze bijdrage veel lager: ongeveer 18.046 m<sup>2</sup> (6 MW opstelling) of 35.239 m<sup>2</sup> (3 MW opstelling) (Tabel 4.6.12).

Al naargelang het type fundering zal het totale beschikbare hard substraat (kolonisatie) dat ontstaat door de ontwikkeling van het windturbinepark (turbine + erosiebescherming) variëren tussen 29.921 m<sup>2</sup> en de 389.938 m<sup>2</sup> (Tabel 4.6.12) of dus maximaal een bijdrage van 4,32 % van de concessie zone sensu stricto.

### **B. Uitgebreide concessiegebied**

Voor het uitgebreide concessiegebied zal het totale oppervlakte hard substraat afkomstig van de fundering en de erosiebescherming variëren tussen ca. 26.860 m<sup>2</sup> (monopile/multipode/jacket; 6 MW) en 581.195 m<sup>2</sup> (gravitair; 3 MW) of m.a.w. respectievelijk 0,19 % en 4,06 % van de concessiezone sensu stricto. Onafhankelijk van het funderingstype bedraagt deze oppervlakte inname ≤ 0,1 % van het BDNZ.

**Tabel 4.6.13: Beschikbaar hard substraat voor kolonisatie (uitgebreide concessiegebied)**

Funderingstype	Turbine (20 m) (m <sup>2</sup> )		Erosiebescherming (m <sup>2</sup> )		Totaal (m <sup>2</sup> )	
	3 MW	6 MW	3 MW	6 MW	3 MW	6 MW
Monopile	20.923	16.713	51.131	25.398	72.054	42.111
Multipode/jacket	20.923	16.713	51.131	25.398	72.054	42.111
Gravitaire	20.923	16.713	544.870	279.798	565.793	296.511

De maximale waterdiepte wordt geschat op 32 m in het uitgebreide concessiegebied. Indien we dezelfde aanname doen van een gemiddelde onderwaterzone van 20 m, dan zal de totale manteloppervlakte van de turbines variëren tussen de 16.713 m<sup>2</sup> (6 MW) en de 20.923 m<sup>2</sup> (3 MW) (Tabel 4.6.12).

Dezelfde redenering als voor het oorspronkelijke concessiegebied volgend voor het schatten van de toename aan nieuw habitat, betekent een maximale toename ten gevolge van de erosiebescherming van 544.870 m<sup>2</sup> indien gekozen wordt voor de gravitaire fundering en de opstelling met de 3 MW turbines (Tabel 4.6.13). Bij de andere funderingsalternatieven (monopile/multipode/jacket) ligt deze bijdrage veel lager: ongeveer 25.398 m<sup>2</sup> (6 MW opstelling) of 51.131 m<sup>2</sup> (3 MW opstelling) (Tabel 4.6.13).

Al naargelang het type fundering zal het totale beschikbare hard substraat (kolonisatie) dat ontstaat door de ontwikkeling van het windturbinepark (turbine + erosiebescherming) variëren tussen 42.111 m<sup>2</sup> en de 565.793 m<sup>2</sup> (Tabel 4.6.13). In absolute termen een groter volume dan in het oorspronkelijke concessiegebied, maar relatief t.o.v. de concessie zone sensu stricto een kleiner aandeel namelijk 3,96%.

Het ontstane artificiële biotoop zal gekoloniseerd worden door epifauna waardoor er een verandering in gemeenschapsstructuur zal plaatsvinden. In de referentietoestand wordt geen vegetatie (wieren, zeegrasen) aangetroffen, enkel dierlijke organismen nauw verbonden met het zandige sediment. De introductie van harde substraten zal leiden tot het voorkomen van wieren en epifauna, naast de oorspronkelijke fauna.

Het type en de aantallen van de dier- en plantensoorten die de kunstmatige structuren zullen bevolken, hangt af van de complexiteit (aantal en grootte van niches) en de hoogte van de structuur, van de lichtinval, de waterdiepte en het soort materialen die worden gebruikt (Dong energy *et al.*, 2006). Ruwe beton (gravitaire fundering) bevordert de kolonisatie door verschillende types zeewieren en sessiele dieren door het lekken van kalk (Volckaert *et al.*, 2004; Petersen & Malm, 2006). Indien deze structuren

voorzien worden met een corrosiebescherming, wordt deze eigenschap teniet gedaan en is het behandelde beton slechts een matige rifbouwer. De gladde, verticale monopile funderingen, vaak behandeld tegen corrosie, zullen in de eerste plaats worden gekoloniseerd door sessiele organismen zoals zeepokken en mossels, en filamenteuze algen zoals darmwieren (Petersen & Malm, 2006; Dong energy *et al.*, 2006). Grote mosselpopulaties kunnen bijdragen tot een enorme verhoging van de biomassa. Tijdens hevige stormen zullen delen van de epifauna weggerukt worden en vernield worden waardoor steeds plaatsen vrijkomen voor pioniersoorten. Daarnaast zal ook het voorkomen van belangrijke predatoren zoals de zeester voor de mossel, belangrijk zijn om dominantie van bepaalde soorten onder controle te houden.

Algemeen kan gesteld worden dat hoe complexer de onderwaterstructuren, hoe meer organismen er zich rond die structuren bevinden (Pickering & Whitmarsh, 1996; Hoffmann *et al.*, 2000; Vella *et al.*, 2001; Zalmon *et al.*, 2002; Volckaert *et al.*, 2004; Petersen & Malm, 2006).

De kolonisatie van de harde structuren kan op twee manieren plaatsvinden: (1) migratie van organismen afkomstig van het omliggende substraat en (2) meevoeren van larven, sporen van algen, ... via zeewind. Naast de windsterkte, spelen tevens andere fysische factoren zoals afstand tot de kust, diepte en golfslag een rol (Vella *et al.*, 2001). Er kan aangenomen worden dat er de eerste maanden een snelle kolonisatie van de artificiële substraten zal optreden, die langzamerhand terug zal afnemen (Fabi *et al.*, 2002; Bailey-Brock, 1989). Een praktijkonderzoek van het Horns Rev offshore windturbinepark heeft aangetoond dat er 5 maanden na constructie reeds een eerste kolonisatie door opportunistische invertebraten en draadvormige groenwieren gebeurd was (Bio/consult A/S, 2005). Volgende benthos soorten (groepen) werden waargenomen: bryozoa, zeeanemonen, zeesterren, polychaeta en mossel (Vella *et al.*, 2001; Leonhard & Pedersen, 2005). Langetermijn studies tonen aan dat het zeker 5-6 jaar duurt vooraleer een stabiele gemeenschap gevestigd is die gedomineerd wordt door filtervoeders (o.a. mossels) en permanente bruin- en roodwieren (Jensen *et al.*, 2000; Leonhard & Pedersen, 2005). Hevige stormen en strenge winters kunnen dit proces zelfs nog verlengen, alsook het schurende effect van zand.

In Ecolas (2003) werd reeds uitvoerig ingegaan op het al dan niet gunstig evalueren van deze artificiele substraten naargelang de invalshoek.

Kunstmatige riffen zullen in de eerste plaats bijdragen tot de habitatdiversiteit in het overwegend natuurlijk zandige biotoop (Sampaolo & Relini, 1994; Foster *et al.*, 1994; Fabi *et al.*, 2002; Zalmon *et al.*, 2002; Keenan, 1996; Leonhard & Pedersen, 2005). Dit zal leiden tot een verhoging van de soortendiversiteit en van de biomassa. In Denemarken werd de biomassa 50 tot 150 keer hoger (vooral ten gevolge van mosselen), waarbij het meeste beschikbaar was als voedsel voor vissen en vogels (Dong energy *et al.*, 2006). Een hoge (bio)diversiteit en biomassa wordt algemeen gezien als een positief aspect voor een bepaald biotoop. Het effect van een verhoogde biodiversiteit moet echter deels gerelativeerd worden indien men een dynamisch systeem als de Noordzee beschouwt. Voor alle beschouwde funderingstechnieken bedraagt de laagdikte van de erosiebescherming ongeveer 1,6 m. In geval van de graviteitsfundering komt deze erosiebescherming niet boven het oppervlak uit, dit in tegenstelling tot de monopile en de multipode/jacketstructuur fundering waar de erosiebescherming boven het oppervlak wordt geplaatst. De kans bestaat dat de erosiebescherming door de heersende stromingen in het projectgebied permanent onder het zand verdwijnt waardoor de stortstenen dus weinig of geen effect hebben op de samenstelling van de bodemfauna. Dit gegeven moet verder worden bestudeerd. Gezien het zeer dynamisch (versturend) milieu kan hoe dan ook verwacht worden dat vooral opportunisten hier zullen domineren en dat er dus een minder diverse fouling-gemeenschap zal ontstaan dan verwacht. Het zullen dus voornamelijk de turbines (onderwatergedeelte) zelf zijn die zullen bijdragen tot de biodiversiteit en de biomassa.

Ten tweede, zullen de complexe structuren en de kolonisatie door sessiele invertebraten en algen, bepaalde benthische organismen en vissen aantrekken die er niet alleen voedsel, maar ook beschutting, bescherming kunnen zoeken (Pickering & Whitmarsh, 1996; Cripps & Aabel, 1995; Santos *et al.*, 1996; Hoffmann *et al.*, 2000; Volckaert *et al.*, 2004; Leonhard & Pedersen, 2005). De aantrekkelijkheid als

voedselgebied is afhankelijk van de soorten die ervoor komen. De eerste studies ter hoogte van Horns Rev tonen bijvoorbeeld geen sterke verhoging van de visfauna in het windturbinepark in vergelijking met erbuiten (tot op 500 m) (Christian *et al.*, 2005). De mogelijke redenen zijn dat de kolonisatie nog niet ver genoeg gevorderd is en dat het artificiële rif voornamelijk uit een monocultuur van mosselen bestaat die slechts matig aantrekkelijk zou zijn voor vissen (Dong energy *et al.*, 2006). Windturbineparken zouden vis aantrekken op een afstand van meer dan 500 m, waardoor het dus noodzakelijk is om referentiegebieden aan te duiden die buiten deze afstand liggen om mogelijke effecten te kunnen aanduiden (Christian *et al.*, 2005).

De studie van Leonhard & Pedersen (2005) vormt het bewijs dat de harde substraten ook kunnen dienst doen als kraamkamer voor grotere en meer mobiele organismen zoals de noordzeekrab *Cancer pagurus*. Deze bevindingen worden ook waargenomen bij diepzee wrakken die een rijk habitat vormen en worden bevestigd door de eerste monitoringsrapporten van de Horns Rev & Nysted windturbineparken (Leonhard & Pedersen, 2005; Dong energy *et al.*, 2006).

In tegenstelling tot de mogelijks positieve effecten, vormt deze antropogene diversiteit een inbreuk op de natuurlijk aanwezige diversiteit. Zeker in gebieden met weinig of geen harde substraten kan de constructie van een windturbinepark de karakteristieken van de plaatselijke gemeenschappen veranderen (Petersen & Malm, 2006). De introductie van harde substraten kan schade berokkenen aan de visfauna door een herverdeling van stocks. Daarenboven is nog niet echt aangetoond indien de aantrekking voor vissen zich ook vertaalt in een hogere productie. Nieuwe substraten kunnen ook leiden tot een versnelde introductie van "invasive species" en pathogenen die het bestaande ecosysteem negatief kunnen beïnvloeden (Petersen & Malm, 2006). Uit een analyse van het Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ) blijkt dat zich in de Belgische kustwateren niet minder dan 90 niet-inheemse dieren of planten hebben gevestigd. Hoewel dit naar schatting slechts 3-5 % is van het totale aantal waargenomen soorten aan onze kust, is hun invloed niet gering. Vooral de snelheid waarmee exotische soorten de inheemse fauna en flora vervoegen, lijkt te zijn toegenomen. Sinds 1990 is het tempo waaraan nieuwe soorten zich vestigen verdrievoudigd t.o.v. de periode 1970 – 1990, vooral door de gestage groei in wereldscheepvaart (ballastwater, aangroei) en aquacultuur, in combinatie met klimatologische veranderingen (gunstige omstandigheden voor vestiging). Japanse oesters en Amerikaanse zwaardschedes zijn voorbeelden van schelpen die ten koste van andere organismen op enkele decennia tijd zijn uitgegroeid tot de meest dominante weekdieren van onze kust. De mate waarin niet-inheemse soorten offshore gebieden kunnen inpalmen is minder gekend.

De grootte van de impact –ongeacht of het nu positief of negatief geëvalueerd wordt, is op huidig ogenblik moeilijk in te schatten voor het offshore windturbinepark op de Noordzee. Het is duidelijk dat de oppervlakte geïntroduceerd hard substraat veel omvangrijker zal zijn in geval van een graviteitsfundering en in het geval gekozen wordt voor de 3 MW turbine (groter aantal turbines), dan bij een monopile of multipode/jacketstructuur. Het aandeel dat effectief beschikbaar is voor kolonisatie door organismen is –ongeacht het funderingstype- echter relatief klein daar zowel de funderingen als een groot deel van (monopilaal en multipode/jacket) of de volledige (gravitaire) erosiebescherming ingegraven liggen in de zeebodem en dus volledig bedekt zullen worden door het oorspronkelijke zachte substraat. Er kan dus verwacht worden dat ondanks de significante wijziging ten opzichte van de oorspronkelijke situatie, het effect als aanvaardbaar kan worden beschouwd gezien zowel het ingenomen oppervlak door deze artificiële structuren als het beschikbare oppervlak voor de ontwikkeling van een nieuwe gemeenschap relatief gering is ten opzichte van het Belgische Deel van de Noordzee ( $\leq 0,01\%$ ).

### Geluidsverstoring en trillingen

De hieronder beschreven effecten zijn zowel geldig voor het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied.



## **A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied**

In water kan fysisch gezien geen onderscheid worden gemaakt tussen geluid en trillingen. Er is redelijk veel informatie beschikbaar over de productie en ontvangst van onderwatergeluid door organismen en hun gevoeligheid voor geluid. Naar de productie van onderwatergeluid door windturbines is op dit moment nog nauwelijks onderzoek gedaan.

Windturbines produceren twee verschillende typen mechanische trillingen:

- Laagfrequente trillingen :Deze hangen samen met de passage van de rotorbladen langs de mast, de onbalans van de rotor en de eigen trilling van de mast. Hogere frequenties kunnen mogelijk ontstaan door interferentie van deze trillingen met geluid uit de gondel.
- Hoogfrequente trillingen: Deze hangen samen met de draaiende onderdelen van de generator in de gondel, de interactie van wind met de gehele windturbine (met name het aërodynamische geluid van de rotortippen), golven die tegen de mast slaan, de beweging van zand en water langs de mast en organismen die op de windturbines voorkomen (in dit specifieke geval met name het sluiten van kleppen van de mossel).

Onderwatergeluid heeft waarschijnlijk de meeste invloed op vissen en zeezoogdieren. Om zich te handhaven dienen deze soorten doelmatig te reageren op roofvijanden en prooien. Daarnaast moet aandacht worden geschonken aan de fysieke omgeving en moet met soortgenoten gecommuniceerd worden. Bij al deze levensfuncties en gedragingen speelt geluid een rol. Vissen kunnen geluid maken om een vijand af te schrikken of om partners te lokken en kunnen contactgeluid gebruiken om in schoolverband te zwemmen (Grontmij, 2006a). Met name in relatief troebele (kust)wateren kan geluid een relatief belangrijke rol spelen. De emissies van geluid en trillingen in de mariene waterkolom kunnen leiden tot een gedragsverandering of een reductie van de habitatgrootte. (Petersen & Malm, 2006).

Om in te schatten of geluid van windturbines het gedrag van vissen beïnvloedt, kan het windturbinegeluid worden vergeleken met de gehoorgrens van deze organismen. Daarnaast kan onderwatergeluid van windturbines worden vergeleken met de frequentie en sterkte van geluiden die door deze organismen worden geproduceerd (vocalisatie). Tenslotte kan een verband worden gelegd tussen het (vermijdings) gedrag en geluid. (Grontmij, 2006a)

De grootte van effect of schade is mede afhankelijk van de gevoeligheid van een bepaalde vissoort voor het geluid. Bij lage frequenties (tot 30 Hz) komt de geluidsgevoeligheid bij veel vissoorten redelijk overeen. Bij hoge frequenties is deze gevoeligheid echter afhankelijk van een aantal factoren: aan- of afwezigheid van zwemblaas, hoeveelheid lucht in zwemblaas en of de blaas in verbinding staat met het binnenoor (Velle *et al.*, 2001). Vissen kunnen op die manier ingedeeld worden in drie groepen met betrekking tot de gevoeligheid voor geluid:

- 'non-specialists': geen zwemblaas; minst gevoelig; b.v. platvissen;
- 'hearing generalist': zwemblaas niet verbonden met binnenoor; matig gevoelig; b.v. kabeljauw;
- 'hearing specialist': zwemblaas in verbinding met binnenoor; zeer gevoelig; b.v. haring, sprat.

De meeste vissen reageren sterk op lage frequenties (beneden de 50 Hz). Deze frequenties treden enkel op in de onmiddellijke omgeving van de windturbines (max. enkele 100-den meters). Gewenning zal ook optreden voor het continue geluid uitgezonden door windturbineparken. Frequenties tussen de 500-2000 Hz zullen praktisch geen effect hebben op vissen, zeker omdat de invloed van de windturbines gelijkaardig is aan het omgevingsgeluid (Hoffmann *et al.*, 2000).

De afstand van het waarneembare onderwatergeluid is soortspecifiek. Volgens Thomsen *et al.* (2006) zal het operationele geluid van windturbines detecteerbaar zijn tot op een afstand van 4 km voor kabeljauw en haringachtigen, en waarschijnlijk tot 1 km voor schar en zalm. Binnen deze zone, kan het verstoren van intraspecifieke communicatie voorkomen. Bij hoge windsnelheden ( $\geq 13$  m/s) wordt verwacht dat gevoelige vissoorten op een minimale afstand van 4 meter blijven van de windturbine (Wahlberg &

Westerberg, 2005), waardoor permanente vestiging van vis op de stortstenen bemoeilijkt zal worden. Uit berekeningen voor het Eldepasco park (zie hoofdstuk "Geluid") blijkt echter dat binnen de veiligheidszone (500 m) het onderwatergeluid veroorzaakt door de windturbines vermoedelijk gemaskeerd zal worden door het heersende achtergrondgeluid, zowel voor het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied.

Gehoorschade zal een draaiende turbine waarschijnlijk niet veroorzaken, aangezien zelfs op een afstand van 10 meter het geluidsniveau lager is dan het niveau waarop schade wordt verwacht (Wahlberg & Westerberg, 2005). Dit is echter wel afhankelijk van de grootte van de turbine.

Vergelijkingen tussen de visfauna van het windturbinepark Horns Rev en deze van scheepswrakken in de Noordzee geven geen indicatie dat geluid en trillingen afkomstig van windturbinepark een impact veroorzaken op de visgemeenschap. In vergelijking met de start van het windturbinepark hebben zich zelfs enkele nieuwe vissoorten gevestigd in het gebied (Leonhard & Pedersen, 2005). Deze resultaten worden deels bevestigd door de studie van Westerberg (2004). Op basis van zijn onderzoek concludeerde Westerberg (1994) in de eerste plaats dat het windturbinepark attractief was voor vissen en ten tweede dat de geluidsproductie binnen een zone van 200 m als gevolg van de windturbines niet van die aard was, dat de vissen zich verder van de windturbines gaan begeven.

Trillingen en drukveranderingen ten gevolge van geluid kunnen ook een effect hebben op invertebraten zoals de crustacea (Popper *et al.*, 2001). Een onderzoek naar de vluchtreactie van de Grijs garnaal (*Crangon crangon*) bij vibratie van de grond als gevolg van vangmateriaal voor garnalen toonde echter aan dat deze vluchtreactie eerder het gevolg was van de verandering van de stroming dan van de vibratie van de grond (Vella *et al.*, 2001). Gezien het negatieve effect van geluid op het benthos tijdens de constructiefase als verwaarloosbaar wordt ingeschat, wordt het effect tijdens de exploitatiefase als vrijwel onbestaande beoordeeld. Meer onderzoek ter bevestiging van de resultaten is wenselijk.

Ondanks het feit dat het niet eenvoudig is om deze impact kwantitatief in te schatten, kan verondersteld worden dat deze effecten van minder belang zijn en dat technologische verbeteringen mogelijks nog kunnen leiden tot verdere reducties van de impact.

#### Andere vormen van verstoring

Er worden geen negatieve effecten gedetecteerd ten gevolge van veranderingen in de hydrodynamiek door de aanwezigheid van windturbineparken op de zeebodemstructuur op de oorspronkelijke benthische gemeenschappen of de gevestigde epifauna gemeenschappen (Bio/consult as, 2005; Dong energy *et al.*, 2006). Sommige vissen die zich ingraven in de bodem en afhankelijk zijn van specifieke sediment condities zoals platvissen en zandspiering (*Ammodytidae* spp.) zouden wel een significante impact kunnen ondervinden, maar de studies in Denemarken bevestigen dit nog niet (Dong energy *et al.*, 2006).

Of de roterende schaduw van de turbinewieken (schaduw-effect) een invloed zou hebben op het gedrag van de vissen is momenteel nog niet wetenschappelijk onderzocht.

Zowel voor het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied wordt bij deze geen effecten verwacht van andere vormen van verstoring.

#### Besluit

Samenvattend worden de effecten (benthos en vissen) gedurende de exploitatiefase voor de verschillende funderingstypes en vermogens als volgt ingeschat (significant positief (++), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--)).

### A. Oorspronkelijke concessiegebied

	Monopile of multipode/jacket		Gravitaire	
	3 MW (48 WT)	6 MW (24 WT)	3 MW (48 WT)	6 MW (24 WT)
Waterkwaliteit				
Benthos	0	0	0	0
Vissen	0	0	0	0
Introductie hard substraat				
Benthos	0/+ of 0/-	0/+ of 0/-	+ of -	+ of -
Vissen	0/+ of 0/-	0/+ of 0/-	0/+ of 0/-	0/+ of 0/-
Geluid & trillingen				
Benthos	0	0	0	0
Vissen	-	0/-	0	0
Andere verstoring				
Benthos	0	0	0	0
Vissen	0	0	0	0

### B. Uitgebreide concessiegebied

	Monopile of multipode/jacket		Gravitaire	
	3 MW (72 WT)	6 MW (36 WT)	3 MW (72 WT)	6 MW (36 WT)
Waterkwaliteit				
Benthos	0	0	0	0
Vissen	0	0	0	0
Introductie hard substraat				
Benthos	0/+ of 0/-	0/+ of 0/-	+ of -	+ of -
Vissen	0/+ of 0/-	0/+ of 0/-	0/+ of 0/-	0/+ of 0/-
Geluid & trillingen				
Benthos	0	0	0	0
Vissen	-	0/-	0	0
Andere verstoring				
Benthos	0	0	0	0
Vissen	0	0	0	0

Ondanks bepaalde effecten als matig negatief/positief worden ingeschat voor bepaalde funderingstypes en vermogens/configuraties in het concessiegebied *sensu stricto*, is de relatieve impact ten opzichte van de windconcessie zone of het Belgische deel van de Noordzee aanvaardbaar ongeacht het type fundering en gekozen scenario.

## ONTMANTELINGSFASE

Grosso modo kan worden gesteld dat de ontmanteling van het park uit gelijksoortige operaties bestaat als de bouw, doch de volgorde van uitvoering is omgekeerd. Voor de ontmantelingsactiviteiten wordt uitgegaan van het inzetten van soortgelijk materieel als bij de installatie van het park. ELDEPASCO engageert zich om de site in voldoende mate in haar oorspronkelijke staat te herstellen indien dit om redenen van bestemming, gebruik of ecologische criteria noodzakelijk is.

Daarbij kan gekozen worden voor de volledige ontmanteling en verwijdering van de projectvoorzieningen (windturbines, funderingen, onderzeese kabels en aansluitingsvoorzieningen aan land) of voor een gedeeltelijke ontmanteling. Deze gedeeltelijke ontmanteling slaat op de verwijdering van de palen tot op een diepte van enkele meters (ca. 2 m) onder de zeebodem bij monopile of multipode/jacketstructuur fundering en op het al dan niet verwijderen van erosiebescherming en kabels. In geval van de gravitaire funderingen zullen deze in hun geheel afgevoerd worden naar land voor afbraak met recuperatie van beton en wapeningsijzer.

Algemeen mag worden gesteld dat de effecten van de ontmantelingfase gelijkaardig zullen zijn aan die van de bouwfase. Dezelfde materialen en technieken zullen trouwens gebruikt worden. De impact kan als volgt gedefinieerd worden:

- verlies van benthische organismen door het verwijderen van de paalfunderingen; er mag aangenomen worden dat de impact van de mortaliteit vrijwel geen (0) of slechts een gering negatieve invloed (0/-) zal hebben op de biomassa of op het functioneren van het lokale ecosysteem; het biotoopverlies en het daarmee gepaard gaande verlies aan organismen blijft namelijk beperkt tot de oppervlaktes die effectief verstoord worden tijdens de ontmantelingsfase (geen indirect biotoopverlies meer ten gevolge van stockage (gravitaire fundering)).
- (eventueel) weghalen van de kunstmatige constructies en hun fauna en flora; dit kan als een positief effect (+) worden beoordeeld omdat daardoor de referentiesituatie van vóór de start van het project wordt hersteld; anderzijds zal het leiden tot een verlies van heterogeniteit en biodiversiteit.
- optreden van een tijdelijke verstoring (0/-) in het gehele concessiegebied; deze verstoring zal voornamelijk bestaan uit geluid en trillingen, het opwoelen van de zeebodem en het sediment, en de wijziging van de turbiditeit:
  - bedekking van de relatief onbeweeglijke benthische fauna en flora door zand en andere deeltjes van de zeebodem. Daardoor kunnen de filterorganen van benthische organismen en vissen verstopten met mogelijks fatale gevolgen. Het betreft een onrechtstreeks en tijdelijk effect. De mate waarin die invloed zich voordoet is onbekend, maar omdat de verwachte turbiditeit ten gevolge van de werken niet significant stijgt, zal dat naar verwachting geen grote negatieve invloed hebben, ook niet bij werkzaamheden over een lange periode.
  - met betrekking tot het effect van trillingen en geluid op benthos en vissen worden deze als niet significant ingeschat; de significante geluidsverstoring ten gevolge van het heien (monopile/ multipode fundering) tijdens de constructiefase is tijdens de ontmantelingsfase namelijk niet meer aanwezig.

### Besluit

Algemeen mag worden gesteld dat de effecten van de ontmantelingfase gelijkaardig zullen zijn aan die van de bouwfase, maar dat de intensiteit van voorkomen veel lager zal zijn. De geluidsverstoring blijft bijvoorbeeld beperkt tot de geluiden geproduceerd door de betrokken scheepvaart en de ontmantelingsactiviteiten (afsnijden van turbines tot 2 m onder de zeebodem; weghalen gravitaire fundering). De significante geluidsverstoring ten gevolge van het heien (monopile/ multipode fundering) tijdens de constructiefase is tijdens de ontmantelingsfase dus niet meer aanwezig. Ook het biotoopverlies en het daarmee gepaard gaande verlies aan organismen blijft beperkt tot de oppervlaktes die effectief

verstoord worden tijdens de ontmantelingsfase (geen indirect biotoopverlies meer ten gevolge van stockage (gravitaire fundering)). De effecten variëren van (vrijwel) geen effect (0) tot een gering negatief effect (0/-), afhankelijk van het aantal turbines.

## **BEKABELING**

De belangrijkste effecten tengevolge van de bekabeling voor zowel de invertebraten als de vissen zijn biotoopverstoring, verhoogde turbiditeit en het ontstaan van elektromagnetische velden.

Zowel voor het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied wordt hetzelfde kabeltracé gevolgd. De onderstaande beschrijving is dus voor beide scenario's geldig, indien relevant wordt een onderscheid gemaakt.

### ***A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied***

#### Biotoopverstoring

De aanleg van kabels zal voor een bijkomende verstoring aan biotoop zorgen. De totale lengte aan parkkabel bedraagt tussen de 30 km (oorspronkelijke concessiegebied) en 35 km (uitgebreide concessiegebied). Het kabeltracé met aanlanding te Zeebrugge heeft een lengte van ca. 43 km.

Het verstoorde oppervlak tengevolge van de aanleg van de kabels (ca. 5 m sleuf) (BERR, 2008) is dus zeer beperkt en onafhankelijk van het funderingstype. Er worden geen effecten verwacht voor het benthos en de vissen.

#### Turbiditeit

Het aanleggen van de kabels zal een tijdelijke verhoging van de turbiditeit veroorzaken. Baggeren leidt door de wijze waarop de grond wordt verplaatst (hydraulisch transport), tot een grotere vertroebeling van het zeewater (BERR, 2008). Een bijkomend voordeel van jetting ten opzichte van baggeren is dat bij het herstellen van de diepteligging (als kabels hun gronddekking zijn kwijtgeraakt) er geen risico is op beschadiging van de kabels (Grontmij, 2006a). Ondanks het besluit dat de impact voor beide types kabels en uitvoeringswijzen als zeer tijdelijk en lokaal wordt beoordeeld (hoofdstuk Water), leidt jetting tot minder verstoring van het onderwaterleven en de waterkwaliteit, en tot minder risico op beschadiging van de kabels (BERR, 2008). Waar mogelijk zou dus voorgesteld worden om de kabeltracés te jetten. Gezien met jetting niet de vereiste ingraafdiepte kan bereikt worden bij een kruising van de vaargeul, kan hier gebruik gemaakt worden van baggeren. Ondanks de lichte voorkeur voor jetting, worden voor beide technieken vrijwel geen effecten verwacht voor het benthos en de vissen.

#### Elektromagnetische velden

De transmissie van elektriciteit door zeekabels zal leiden tot het opwekken van elektrische en magnetische velden. Deze elektromagnetische velden zijn afhankelijk van het type kabel (33 kV versus 150 kV). De beschreven effecten zijn geldig voor alle funderingsvarianten.

Sommige soorten zijn gevoelig voor elektromagnetische velden en dit zou eventueel kunnen leiden tot een verstoring van hun migratiegedrag, hun jachtgedrag en het voorkomen rond de kabels. Omdat bodemvissen dichtbij kabels zwemmen, kan verwacht worden dat zij –naast de bodemorganismen- de grootste effecten zullen ondervinden van magnetische velden.

De meest bekende groepen zijn de roggen en de haaien (kraakbeenvissen). Hiervan is bekend dat zij reageren op een range tussen 0,5 – 100  $\mu$ V/m. Gill *et al.* (2005) heeft een lijst opgesteld van prioritaire soorten die gevoelig zouden kunnen zijn voor elektromagnetische velden waaronder o.a. schol

(*Pleuronectes platessa*), kabeljauw (*Gadus morhua*), krabben, garnalen en kreeften die in het studiegebied voorkomen. Van de gewone garnaal *Crangon crangon* is aangetoond dat ze zich aangetrokken voelt tot magnetische velden van de grootte-orde die verwacht wordt rond windturbineparken (ICES, 2003). Gelijkaardige effecten worden gezien voor de bot *Plathichthys flesus* en de mossel *Mytilus edulis*, maar deze effecten worden niet als significant beschouwd (Bochert & Zettler 2004).

Het werd algemeen aangenomen dat een veld van voldoende sterkte om vermijdingsgedrag te vertonen door plaatkieuwigen of elasmobranchii (haaien en roggen) zich enkel voordeden in een straal van 10-20 cm rond de kabel, waardoor het ingraven van kabels en het bedekken met stenen voldoende bescherming zou bieden (Gill *et al.*, 2005). Het is echter fout te veronderstellen dat het ingraven van kabels de effecten volledig zouden wegnemen zoals sommige studies vermelden, maar het is wel zo dat het ingraven van kabels tot een diepte van 1 m milderend zou werken tegen de effecten op gevoelige vissoorten ten gevolge van de sterkste elektromagnetische velden (Marra, 1989; Gill *et al.*, 2005). Het is dus belangrijk te vermelden dat elektromagnetische straling van een magnitude waarneembaar door gevoelige mariene organismen geproduceerd zal worden door de standaard industriële kabels ook als die begraven worden op verschillende meters onder de zeebodem (Gill *et al.*, 2005). Er dient wel opgemerkt te worden dat de symmetrische constructie van de drie aders in de landkabel (150 kV) leidt tot een sterke reductie van de electromagnetische velden doordat de afzonderlijke velden elkaar grotendeels opheffen door het faseverschil in de spanningen en stromen (BMM, 2007c). Op 1 meter diepte worden er elektrische stralingen van 91  $\mu\text{V/m}$  -uitgezonden door standaard industriële 132 kV (50 Hz) XLPE 3-fasige kabels- gemodelleerd en gemeten (Marra, 1989; Gill & Taylor, 2001; CMACS, 2003). Voor 33 kV kabels bedraagt de maximum elektrische straling in het water 2,5  $\mu\text{V/m}$  (CMACS, 2004). Ondanks het grote verschil liggen beide waarden binnen de range die waargenomen wordt door haaien en roggen (0,5 – 100  $\mu\text{V/m}$ ) (Gill *et al.*, 2005). Volgens ABB Power Technology, bedraagt het magnetisch veld op één meter van de kabel maximum 1,8  $\mu\text{T}$ , terwijl het aardmagnetische veld in de Noordzee 48 tot 50  $\mu\text{T}$  bedraagt (BMM, 2007c).

Elektromagnetische velden zullen waarschijnlijk ook een effect hebben op bepaalde andere gevoelige (invertebraten) soorten, maar uitgaande van de beschikbare kennis is de grootte van de impact en de oorzaak-effect relatie nog niet voldoende duidelijk (Gill *et al.*, 2005; Dong energy *et al.*, 2006, BERR, 2008).

Voor vissen die hoger in de waterkolom zwemmen, zullen de effecten nihil zijn. Het magnetische signaal neemt namelijk sterk af met de afstand tot de kabels. Op 10 m afstand is er nog nauwelijks iets waarneembaar (Grontmij, 2006a).

Er kan besloten worden dat het effect van electromagnetische straling het grootst is voor de roggen en haaien die slechts beperkt in het projectgebied voorkomen. Op basis van dit gegeven, het gegeven rond de symmetrische constructie van de 150 kV kabel en het gegeven dat ingraven tot 1 m (parkkabels) à 2 m (landkabel) diepte milderend werkt (reductie met kwadraat van de diepte) (Grontmij, 2006a), kan voorlopig aangenomen worden dat het effect zeer klein zal zijn. Ook het cumulatieve effect van meerdere kabels binnen één park of de nabijheid van verschillende windturbineparken is nog ongekend (Gill *et al.*, 2005). Verder onderzoek is in beide gevallen aangewezen.

### Opwarming

Bij een maximale belasting zullen de elektriciteitskabels opwarmen tot circa 60 graden (Grontmij, 2006a). Er bestaat nog onduidelijkheid betreffende de graad van opwarming gaande van een stijging van de temperatuur van de zeebodem juist boven de kabel van 0,19 °C (BERR, 2008) tot max. 3° C (Grontmij, 2006a). Wegens de diepteligging van de kabels, zal dit voor een beperkte en zeer lokale opwarming zorgen van de zeebodem aan het oppervlak, die niet altijd te onderscheiden is van de natuurlijke fluctuaties in de omgeving (BERR, 2008). Het effect wordt als verwaarloosbaar (0/-) beoordeeld.

## Besluit

Samenvattend worden de effecten (benthos en vissen) ten gevolge van de bekabeling voor de verschillende funderingstypes en vermogens als volgt ingeschat (significant positief (++)), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--)). Gezien voor de bekabeling het vermogenstype en de mee gepaard gaande opstelling van de windturbines minder relevant is, worden beide scenario's in één tabel weergegeven.

### A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied

	Monopile of multipode/ jacket		Gravitaire	
	3 MW	6 MW	3 MW	6 MW
Biotoopverstoring				
Benthos	0	0	0	0
Vissen	0	0	0	0
Turbiditeit				
Benthos	0	0	0	0
Vissen	0	0	0	0
Elektromagnetische velden				
Benthos	0/-	0/-	0/-	0/-
Vissen	0/-	0/-	0/-	0/-
Opwarming				
Benthos	0/-	0/-	0/-	0/-
Vissen	0/-	0/-	0/-	0/-

#### 4.6.1.5 Leemten in de kennis

Tijdens de beschrijving van de referentiesituatie en de bespreking van de effecten werden een aantal leemten in de kennis vastgesteld.

- Op basis van beschikbare literatuur is een zo goed mogelijke beschrijving gegeven van de huidige toestand van de Bank Zonder Naam. Een specifieke en gedetailleerde omschrijving van de referentiesituatie zal echter noodzakelijk zijn om mogelijke effecten wetenschappelijk te kunnen achterhalen. Een grondige inventarisatie van het macro- en epibenthos en van de visfauna voor de Bank Zonder Naam is daarom aangewezen.
- Kennis ontbreekt over het relatief belang van specifieke gebieden op zee voor vissen.
- De mogelijke impact van exotische soorten ten gevolge van de introductie van harde substraten in de Noordzee is nog onzeker en moet dus opgevolgd worden.
- De impact van geluid en trillingen op het onderwaterleven blijft een onzekerheid. Een goede inschatting van het achtergrond geluid is hiervoor ook belangrijk.
- Ondanks de toename in onderzoek naar het effect van elektrische en magnetische straling, komen nieuwe uitdagingen naar voor: onderzoek naar effect op gebiedsspecifieke gevoelige soorten, de oorzaak-effect relatie van elektromagnetische velden, cumulatieve effect van meerdere kabels binnen één gebied.

#### **4.6.1.6 Mitigerende maatregelen en compensaties**

Gezien de leemten in de kennis is het moeilijk om in detail milderende maatregelen uit te werken. De klemtoon dient te worden gelegd op degelijke monitoring strategieën en bijkomend wetenschappelijk onderzoek.

De voorgestelde mitigerende maatregelen en compensaties zijn zowel toepasselijk voor het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied.

#### **BENTHOS**

Voor de plaatsing van de funderingen en de aanleg van de kabels dient de best beschikbare technologie te worden gebruikt zodat de zeebodem zo minimaal mogelijk wordt verstoord. Er dient over gewaakt te worden dat de oppervlakte van de erosiebescherming en de (tijdelijke) stockage van zand niet groter is dan nodig.

De bouwmaterialen en steenbestortingen dienen zoveel mogelijk uit natuurlijke materialen vervaardigd te zijn en zullen geen afvalstoffen of secundaire grondstoffen bevatten. Het opvullen van de funderingsputten moet zoveel mogelijk gebeuren met zand van dezelfde kwaliteit als het oorspronkelijke zand.

Om de effecten van bekabeling zo klein mogelijk te houden is het van belang dat een voorstudie gebeurt van het kabeltracé om de optimale route en de gebruikte kabelmethodiek te selecteren. Om het effect minimaal te houden moet bij het leggen van de kabel gestreefd worden naar bundeling van de kabeltracés van de verschillende windturbineparken. Eldepasco heeft de intentie om het kabeltracé van Belwind zo goed mogelijk te volgen.

Vanuit natuuroogpunt wordt voor het kruisen van pijpleidingen en kabels onderboring verkozen boven overkruising met steenbestorting, omdat dit minder milieubelastend is. Technisch gezien is onderboring echter niet zo evident en er moet ook rekening gehouden worden met bepaalde veiligheidsrisico's die deze techniek met zich meebrengt. Een lichte voorkeur bestaat ook voor jetting.

Bij het uitbaggeren van de sleuf voor de kabels ter hoogte van de vaargeul dient geopteerd te worden voor het maximaal terugstorten van het oorspronkelijke materiaal of zand van dezelfde kwaliteit als het oorspronkelijk zand.

#### **VISSEN**

Voor de plaatsing van de funderingen en de aanleg van de kabels dient de best beschikbare technologie te worden gebruikt zodat de zeebodem zo minimaal mogelijk wordt verstoord. Er dient over gewaakt te worden dat de oppervlakte van de erosiebescherming niet groter is dan nodig.

Een mogelijke mitigerende maatregel is bijvoorbeeld het gebruik van een luchtbellengordijn om de windturbine tijdens het heien. Door dit gordijn zou de uitstoot van schadelijk geluid mogelijks beperkt worden. Het mitigerend effect is moeilijk in te schatten.

De bouw van het windturbinepark is hoofdzakelijk gepland voor de periode april- oktober. De verstoring van de paaiperiode dient zo beperkt mogelijk te worden gehouden. Het gebied van de Bank Zonder Naam kan niet als een belangrijk paaigebied worden beschouwd –met uitzondering van sprot, *Sprattus sprattus* (L.). Het paaïen van *S. sprattus* (L.) geschiedt in het eerste halfjaar met een duidelijke piek in de maanden april-mei. Om verstoring van sprot zo beperkt mogelijk te houden, wordt aangeraden om de meest versturende bouwwerken indien mogelijk buiten deze paaiperiode te laten gebeuren.



De kennis over de doeltreffendheid van deze mitigerende maatregelen is echter vaak beperkt tot operaties die plaatsvinden in kleine gebieden (vaak near-shore) en over een korte tijdsduur (Ospar Commission, 2006). Onderzoek naar de doeltreffendheid van deze maatregelen is aangewezen.

#### **4.6.1.7 Monitoring**

Monitoring moet het mogelijk maken om eventuele veranderingen in het ecosysteem als gevolg van de inplanting van het windturbinepark te kunnen detecteren. Gezien momenteel verschillende windturbineparken (mogelijk) actief worden binnen de afgebakende windconcessiezone (KB 17/05/2004) is een afstemming tussen de verschillende monitoringsprogramma's aangewezen (zie paragraaf 1.2.1.4). Opdat eventuele permanente veranderingen zouden kunnen vastgesteld worden, is een zeer grondige en langdurige monitoring van de diverse gemeenschappen vastgelegd in het monitoringsprogramma van het C-Power project (BMM, 2004) en het Belwind project (BMM, 2007c).

Voor het Eldepasco project wordt met betrekking tot monitoring van benthos en vissen bij het geïntegreerd programma tussen C-Power en Belwind aangesloten (zie paragraaf 1.2.1.4). Hieronder is een kort overzicht gegeven van de inhoud van deze monitoring. Voor meer details wordt verwezen naar BMM (2007c).

Onderstaande monitoring is zowel van toepassing voor het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied.

#### **BENTHOS**

Het monitoringsprogramma C-Power/Belwind voor benthos maakt een onderscheid tussen de benthosgemeenschappen van de oorspronkelijke zandige substraten en deze die zullen ontstaan op de geïntroduceerde harde substraten.

##### *Macrobenthische endo- en epifauna (zachte substraten)*

De bepaling van de referentietoestand ( $T_0$  situatie) en van de natuurlijk optredende fluctuaties in de benthosgemeenschappen van zandige substraten in het projectgebied is voorzien. Deze staalname kan van start gaan bij de goedkeuring van de vergunning voor de bouw van het windturbinepark.

Er zal wetenschappelijk onderzoek verricht worden naar:

- welke soorten op de site aanwezig zijn gedurende welke perioden van het jaar;
- seizoenswaarnemingen van de biodiversiteit binnen het projectgebied;
- distributiepatronen per soort en per cohorte.

De monitoring is voorzien tijdens de verschillende perioden van het jaar zodat een jaarlijks verloop kan worden bestudeerd.

Wijzigingen in deze patronen van de oorspronkelijke fauna van zandige sedimenten zullen opgevolgd worden tijdens de bouw- en exploitatiefase. Op die manier kan onder andere de aantrekkelijkheid van het gebied voor benthische fauna (mede door het afsluiten van het gebied voor boomkorvisserij) onderzocht worden.

Tijdens de bouwfase is een intensieve monitoring van de benthosgemeenschap (vb. via Van Veen-grijpers, en via andere staalnametechnieken voor diepere benthische soorten) voorzien. Tijdens het eerste jaar van de exploitatiefase kan er een seizoensgebonden monitoring plaatsvinden. De monitoring moet zo getimed worden dat er tendensen kunnen worden opgespoord. Na analyse van deze eerste gegevens kan een monitoringprogramma voor de lange termijn (5 jaar) worden opgesteld voor de exploitatiefase, waarbij mogelijk wordt overgeschakeld naar minder intensieve monitoring. Tijdens en na

de ontmantelingsfase (na 20 jaar) is een verdere monitoring nodig om na te gaan of er een terugkeer is naar de initiële toestand. De monitoringmethode moet steeds dezelfde blijven om achteraf vergelijking van de gegevens mogelijk te maken.

De monitoring van het benthos kunnen gecombineerd worden met bemonsteringscampagnes voor vissen sedimentologische en physico-chemische parameters.

Het bemonsteren van de zandige sedimenten (zacht substraat) kan gebeuren volgens de methodiek beschreven in hoofdstuk 4.6.1.1 (Van Veen grijper (staalnameoppervlakte: 0,1 m<sup>2</sup>). De indicatieve staalname intensiteit van het geïntegreerd monitoringsprogramma beschreven in BMM (2007c) zijn als volgt:

Duur (jaar)	Frequentie	# punten	# staalnames	Aantal stalen per jaar	Totaal # stalen
0	2/jaar	15	1	30	30
1-5	2/jaar	15	1	50	150

#### *Macrobenthische epifauna (harde substraten)*

De constructie van turbines, funderingen en erosiebescherming zorgen voor de introductie van een harde substraten. Gezien het hier om een nieuw habitat gaat in het concessiegebied, is het niet mogelijk om een referentiestadium te bepalen. Resultaten verkregen uit C-Power, Belwind en scheepswrakken kunnen dienen als referentie en vergelijking.

De monitoring zal voornamelijk gericht zijn op:

- vestiging (kolonisatie), ontwikkeling en aard (inheems, niet-inheems) van organismen op de nieuwe structuren;
- de ontwikkelingstijd nodig voor het bereiken van een climaxgemeenschap.

Het bemonsteren van onderwaterstructuren (hard substraat) is niet steeds evident. Ervaring in het Belgische Deel van de Noordzee is reeds opgedaan in het onderzoek naar wrakken (BEWREMABI) (Massin *et al.*, 2002; Zintzen *et al.*, 2004).

- Voor het terugvinden van de verschillende staalnamepunten kan gebruik gemaakt worden van een boei of van een metalen plaat/ metaaldetector, naast de GPS.
- De benthische organismen kunnen worden bestudeerd via directe observatie, fotografie en monsternamen door duikers. De staalname kan kwantitatief gebeuren met een ijzeren frame (25 x 25 cm) (weinig beweeglijke bodemfauna) en een opvangnet (zwemmende of nachtelijke fauna). Grotere dieren die rond de structuren zwemmen kunnen visueel worden waargenomen (kwalitatieve waarnemingen). Staalnames zouden moeten gebeuren op drie verschillende waterdieptes: wateroppervlak, medium diepte en dicht bij de zeebodem
- Bijkomend kunnen onderwaterfoto's genomen worden voor de inventarisatie van epibenthische en pelagische organismen. Deze methode is echter zeer duur en kan op deze plaats als gevolg van de hoge turbiditeit een probleem vormen. De methode biedt anderzijds wel het voordeel dat de dieren niet gevangen hoeven te worden, wat doorgaans een grote mortaliteit tot gevolg heeft.

Bij het bepalen van de staalname intensiteit van harde substraten zal ook rekening gehouden worden met seizoenale patronen.

Het monitoringprogramma kan na de ontmantelingsfase (na 20 jaar exploitatie) voortgezet worden, zodat een terugkeer naar de initiële toestand of veranderingen in de benthosgemeenschap kunnen worden beoordeeld. Bovendien kunnen er pas uitspraken worden gedaan over het effect van het windturbinepark op het mariene ecosysteem als de monitoring op eenvormige wijze en gedurende een voldoende lange periode (5 jaar) heeft plaatsgevonden.

De indicatieve staalname intensiteit van het geïntegreerd monitoringsprogramma voor harde substraten beschreven in BMM (2007c) zijn als volgt:

	Duur (jaar)	Frequentie	# turbines	# staalnames	Totaal # stalen/jaar	Totaal aantal stalen
Aangroei erosiebescherming	1 - 5	4/jaar	1	6 stalen + 2 stenen	32	160
Begroeiing palen (subtidaal)	1-5	4/jaar	1	3	12	60
Begroeiing palen (intertidaal)	1-5	4/jaar	1	1	4	20

## VISSEN

De bepaling van de referentietoestand ( $T_0$  situatie) en van de natuurlijk optredende fluctuaties in de vispopulaties in het omringende gebied, kan gebeuren gebruik makend van reeds lopende programma's (ILVO).

Een onderscheid wordt gemaakt tussen monitoring van de demersale visfauna rond de turbines en in het ruimere studiegebied. Er kunnen visuele waarnemingen worden gedaan van vissen rond de windturbines tijdens duiksessies in combinatie met vangtechnieken.

Het monitoringprogramma voor vissen in een ruimer gebied kan op vrijwel dezelfde manier verlopen als dat voor het benthos, met intensieve monitoring tijdens de bouwphase, en in de eerste vijf jaar van de exploitatiefase. De indicatieve staalname intensiteit van het geïntegreerd monitoringsprogramma voor vis beschreven in BMM (2007c) zijn als volgt:

	Duur (jaar)	Frequentie	# punten	# staalnames	# stalen/jaar	Totaal # stalen
Rond turbines	5	2/jaar	1 turbine	1	2	10
Ruimer	0	2/jaar	15 punten	1	30	30
	1-5	2/jaar	15 punten	1	30	150

Bij de monitoring dient vooral aandacht besteed te worden aan de verandering in de visfauna die de constructie van artificiële substraten met zich meebrengt.

## 4.6.2 Vogels

### 4.6.2.1 Methodologie

Om het belang van de site voor (mariene) avifauna af te wegen, is gebruik gemaakt van literatuur (Seys, 2001; Stienen & Kuijken, 2003; Haelters *et al.*, 2004; Vanermen *et al.*, 2006), gebaseerd op een uitgebreide databestand met betrekking tot de verspreiding van zeevogels op het Belgische Deel van de Noordzee (BDNZ) en de directe omgeving daarvan. De gegevensset bestaat uit gestandaardiseerde tellingen van de mariene avifauna vanaf schepen die in de periode januari 1992 tot en met december

2004 zijn uitgevoerd door het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) (het vroegere Instituut voor Natuurbehoud)<sup>21</sup>.

Daarnaast worden tevens de telresultaten van het INBO die uitgevoerd zijn in 2005 besproken. In 2005 werden namelijk extra telinspanningen verricht op en rond de Thorntonbank, de locatie waar het windturbinepark van C-Power zal gebouwd worden. In het kader van deze extra campagnes zijn er ter hoogte van de Bank Zonder Naam ook extra tellingen uitgevoerd.

De scheepstellingen zijn uitgevoerd met behulp van volgende gestandaardiseerde telmethodes:

- de transect-methode (zwemmende vogels) waarbij gedurende opeenvolgende perioden van 10 minuten alle vogels geteld worden die zich binnen een afstand van 300 m van het schip en in een hoek van 90° vanaf de voorkant van het schip op het wateroppervlak bevinden (Tasker *et al.*, 1984);
- de snapshot-methode (vliegende vogels) waarbij iedere minuut alle vliegende vogels geteld worden die zich binnen een kwadrant van 300 x 300 m aan de voorkant van het schip bevinden (Komdeur *et al.*, 1992).

Het schatten van de afstand werd per waarnemer gekalibreerd. Voor het berekenen van de vogeldichtheid zijn de aantallen gecorrigeerd volgens internationaal geaccepteerde correctiefactoren (Offringa *et al.*, 1995), die rekening houden met het feit dat sommige vogels moeilijk zichtbaar zijn op grotere afstand.

Tijdens de tellingen worden ook alle vogels genoteerd die zich buiten het transect bevinden. Deze waarnemingen kunnen niet gebruikt worden voor een dichtheidsberekening, maar geven voor enkele weinig algemene soorten vaak een beter beeld van werkelijke verspreiding dan kaarten op basis van de dichtheid aan vogels. De tellingen die in de periode 1992-2004 zijn uitgevoerd, geven een vrijwel complete dekking van het Belgisch deel van de Noordzee (Figuur 4.6.9). Alleen in de diepwaterzone, langs de Belgisch-Engelse grens en het grensgebied met het Nederlands Continentaal Plat zijn de tellingen minder intensief gebeurd. De recente tellingen in 2005 ter hoogte van de Thorntonbank vullen reeds gedeeltelijk het gebrek aan gegevens ter hoogte van de Belgisch Nederlandse grens in.

Tijdens de tellingen in 2005 werd tevens een inschatting van de vlieghoogte van de vogels gemaakt. Deze inschattingen werden gemaakt om het effect van de offshore windturbines op de vogels beter te kunnen inschatten.

Voor iedere vogelsoort (of in voorkomende gevallen soortgroep) is voor de periode 1992-2004 de gemiddelde dichtheid (aantal vogels per km<sup>2</sup>) per minuuthok<sup>22</sup> berekend. In voorkomende gevallen wordt een gedetailleerde verspreidingskaart getoond, die de gemiddelde dichtheid van de desbetreffende soort weergeeft per minuuthok in een bepaald seizoen<sup>23</sup>. In elke verspreidingskaart is de dichtheid onderverdeeld in 6 categorieën, namelijk: 0; 0,01-0,2; 0,2-0,5; 0,5-1,5; 1,5-3,0 en > 3,0 vogels per km<sup>2</sup> waarbij een toenemende intensiteit van de kleur geel/bruin evenredig is met een toenemende dichtheid). Wanneer een minuuthok wit is gekleurd is daar weliswaar geteld maar zijn er geen vogels van de desbetreffende soort waargenomen.

---

<sup>21</sup> De studie van Seys (2001) is gebaseerd op tellingen in de periode 1992-1999. Aangezien er echter meer specifieke dichtheidsgegevens vermeld zijn, wordt deze studie ook als basis gebruikt.

<sup>22</sup> De term minuuthok verwijst naar het geografische coördinatensysteem waarbij gebruik wordt gemaakt van graden, minuten en seconden. Een minuuthok is een kwadrant van 1 x 1 minuut.

<sup>23</sup> Aangezien het voorkomen van veel zeevogels sterk varieert met het jaargetijde is hierbij tevens een onder+verdeling gemaakt per seizoen (waarbij herfst = september – november, winter = december – februari, lente = maart – mei, zomer = juni – augustus).

**Figuur 4.6.9: Kaart van het BDNZ met aanduiding van de posities waar tellingen werden uitgevoerd door het INBO (Vanermen *et al.*, 2006)**

Op basis van de uit de literatuur gekende effecten van windturbines wordt de impact van het windturbinepark op de Bank Zonder Naam ingeschat (o.a. Christensen *et al.*, 2003; Tech-Wise, 2003; Stienen *et al.*, 2002; Langston & Pullan, 2003; Everaert, 2006; Everaert & Stienen, 2006; Vanermen *et al.*, 2006). Daarbij werd de verstoring- en aanvaringsgevoeligheid per soort gecombineerd en werd rekening gehouden met de aanwezige avifauna op de Bank Zonder Naam, het belang van de site voor de soort, de internationale beschermingsstatus van de desbetreffende soort.

#### 4.6.2.2 Referentiesituatie

### ALGEMENE SITUERING

Voor een algemene situering van het projectgebied wordt verwezen naar hoofdstuk 1. Op te merken valt dat voor de discipline "vogels" geen onderscheid wordt gemaakt tussen het oorspronkelijke en het uitgebreide concessiegebied voor de beschrijving van de referentiesituatie, daar dit niet relevant is. Een beschrijving wordt gegeven van de Bank Zonder Naam in het algemeen.

### ZEEVOGELS

#### Inleiding

Zeevogels kunnen worden gedefinieerd als vogels die zich gedurende een belangrijk deel van hun leven op zee bevinden, die voornamelijk leven van marien voedsel en die goed zijn aangepast aan het mariene milieu. Hiertoe behoren ook soorten die weliswaar broeden in non-mariene milieus, maar die buiten het broedseizoen gebonden zijn aan mariene gebieden of zoute kustgebonden habitats (bijvoorbeeld Dwergmeeuw en Zwarte Zee-eend). Steltlopers en andere vogels die over zee en langs de kustlijn trekken maar niet primair afhankelijk zijn van de zee voor hun voedselvoorziening worden niet beschouwd als zeevogels.

Tijdens tellingen in de zuidelijke Noordzee werden meer dan 50 soorten zeevogels vastgesteld (124 soorten volgens Seys (2001) periode 1992-1999), maar daarvan zijn er heel wat soorten die er slechts in zeer beperkte en verwaarloosbare aantallen voorkomen. Hierna (Tabel 4.6.14) worden 18 soorten die het soortenspectrum in de zuidelijke Noordzee domineren, in beschouwing genomen (Seys *et al.*, 2002; Stienen & Kuijken, 2003; Vanermen *et al.*, 2006). Naast hun aandeel in de zuidelijke Noordzee wordt tevens hun beschermingsstatus (Vanermen *et al.*, 2006) weergegeven.

**Tabel 4.6.14: Dominante zeevogels van zuidelijke Noordzee (Stienen & Kuijken, 2003)**

<i>Soort</i>	<i>Aandeel van de totale biogeografische populatie dat gebruik maakt van de zuidelijke Noordzee</i>	<i>Beschermings-statuu</i> <i>(VR = Bijlage I van Vogelrichtlijn, BE = Bijlage I of II van Conventie van Bern, BO = Bijlage I of II van de Conventies van Bonn)</i>
Roodkeelduiker <i>Gavia stellata</i>	<1	VR, BE, BO
Fuut <i>Podiceps cristatus</i>	10-20	
Zwarte Zee-eend <i>Melanitta nigra</i>	4-5	

Soort	Aandeel van de totale biogeografische populatie dat gebruik maakt van de zuidelijke Noordzee	Beschermings-statuu (VR = Bijlage I van Vogelrichtlijn, BE = Bijlage I of II van Conventie van Bern, BO = Bijlage I of II van de Conventies van Bonn)
Dwergmeeuw <i>Larus minutus</i>	40-100	VR, BE
Visdief <i>Sterna hirundo</i>	56	VR, BE, BO
Dwergstern <i>Sterna albifrons</i>	44	VR, BE, BO
Kleine Mantelmeeuw <i>Larus fuscus</i>	28	
Grote Stern <i>Sterna sandvicensis</i>	67	VR, BE, BO
Noordse Stormvogel <i>Fulmarus glacialis</i>	<1	
Jan van Gent <i>Sula bassana</i>	4-7	
Grote Jager <i>Stercorarius skua</i>	>60	
Kokmeeuw <i>Larus ridibundus</i>	7-10	
Stormmeeuw <i>Larus canus</i>	3-6	
Zilvermeeuw <i>Larus argentatus</i>	5	
Grote Mantelmeeuw <i>Larus marinus</i>	5	
Drieteenmeeuw <i>Rissa tridactyla</i>	<1	
Zeekoet <i>Uria aalge</i>	<1	
Alk <i>Alca torda</i>	<2	

De Belgische zeegebieden zijn voor een aantal vogelsoorten relatief belangrijk als overwinteringsgebied, trekgebied of foerageergebied tijdens het broedseizoen. De hoogste diversiteit werd waargenomen tijdens de trekperiodes (lente, herfst). In de studie van Seys (2001) bedroeg de vogeldichtheid in de Belgische mariene wateren gemiddeld 6,89 ex. per km<sup>2</sup>, waarvan 98,1 % kan worden beschouwd als zeevogels. De Larus-meeuwen waren het talrijkst (3,48 ex./km<sup>2</sup>), gevolgd door de alkachtigen (1,34 ex./km<sup>2</sup>), Drieteenmeeuw (0,57 ex./km<sup>2</sup>), zee-eenden (0,48 ex./km<sup>2</sup>) en Futen (0,29 ex./km<sup>2</sup>) (Seys, 2001).

Twee ruimtelijke gradiënten kunnen worden waargenomen voor de Belgische kust: een kust-zee en een oost-west gradiënt vanaf het Schelde-estuarium tot aan de diepere en minder troebele zeegebieden op Frans grondgebied. Visetende soorten met een voorkeur voor helder water en mid- tot offshore omstandigheden (alkachtigen, Drieteenmeeuw, Jan-van-Gent) waren talrijker in het westen. Duikers, Futen en Larus-meeuwen zijn prominenter aanwezig naarmate men het slibrijke water in het mondingsgebied van de Schelde nadert. De jagers en stormvogels zijn dan weer typisch voor de offshore gebieden (> 20 km van de kust) (Seys, 2001).

Daarnaast is er ook een duidelijk seizoenaal onderscheid. Het gemiddelde aantal soorten per seizoen is vergelijkbaar voor de herfst, de winter en de lente (resp. 13,4; 11,2 en 12,2), enkel in de zomer ligt het aantal beduidend lager (6,1) (Seys, 2001). Gemeenschapsanalyses (DCA en TWINSpan) op basis van de densiteiten van de meest abundant voorkomende soorten geeft een onderscheid tussen de winter- (november tot maart) en de zomerperiode (april tot oktober) (Seys, 2001). Indicatorsoorten voor winterstalen zijn Futen, duikers, Zeekoeten, en Zwarte Zee-eend, terwijl sterns (o.a. Grote stern, Visdief), jagers en mantelmeeuwen (o.a. Dwergmeeuw) meer typisch zijn voor de zomer (april tot oktober) (Seys, 2001; Stienen & Kuijken, 2003; Vanermen *et al.*, 2006).

Tenslotte valt nog te vermelden dat de hoogste densiteiten aan vogels gevonden worden op de hellingen van de zandbanken namelijk 9,29 ex./km<sup>2</sup> (winter) en 5,08 ex./km<sup>2</sup> (zomer) (Seys, 2001). Algemeen wordt vastgesteld dat kwetsbare vogelsoorten zich concentreren op deze hellingen in de winter en de herfst op dieptes van 5-15 m (Haelters *et al.*, 2004).

Ter bescherming van de leefgebieden van enkele internationaal te beschermen soorten, nl. Grote Stern, Visdief, Fuut en Dwergmeeuw werden 3 speciale beschermingszones voor vogels (SBZ-V's) in de kustzone afgebakend (Figuur 4.8.4):

- SBZ-V1 Nieuwpoort (Grote Stern en Fuut): een gebied voor de Westkust (vóór Koksijde en De Panne), van de laagwaterlijn tot ongeveer 6 mijl in zee;
- SBZ-V2 Oostende (Grote Stern, Fuut, Visdief, Dwergmeeuw): een gebied vóór de Middenkust (Middelkerke tot Bredene), van de laagwaterlijn tot ongeveer 6 mijl in zee in het westen en tussen 1,5 en 6 mijl uit de kust in het oosten van dit gebied;
- SBZ-V3 Zeebrugge (Grote Stern, Visdief, Dwergmeeuw): een gebied rond de voorhaven van Zeebrugge.

Ter vermelding werden ook 2 speciale beschermingszones voor habitat (SBZ-H) aangeduid (Figuur 4.8.4):

- SBZ-H1 Trapegeer – Stroombank;
- SBZ-H2 Vlake van de Raan.

De locatie waar het windturbinepark zou ingepland worden, ligt niet binnen één van de SBZ-gebieden én is dus op internationaal niveau van minder belang voor de vogelpopulaties van de Belgische wateren.

### Bank Zonder Naam

Het soortenspectrum op de Bank Zonder Naam is niet geheel gelijkaardig als dat van de rest van het BDNZ. Kustgebonden soorten zoals duikers, Fuut, Zwarte Zee-eend en Zilvermeeuw komen er in mindere mate voor. Soorten die dieper in zee voorkomen zoals Alk, Drieteenmeeuw, Kleine Mantelmeeuw en Zeekoet maken een belangrijk deel uit van het soortenspectrum op de Bank Zonder Naam.

De beschrijving van het voorkomen van de zeevogels op de Bank Zonder Naam is voornamelijk gebaseerd op de verspreidingskaarten die opgenomen zijn in het recente rapport "Referentiesituatie van de avifauna van de Thorntonbank" (Vanermen *et al.*, 2006). Deze studie geeft ondermeer een update van de studie uitgevoerd door Stienen *et al.* (2002) op basis van de meest recente gegevens. Per soort (zeevogels en niet-zeevogels) wordt een bespreking van hun voorkomen op het BDNZ geïllustreerd.

In Vanermen *et al.* (2006) worden de telresultaten van 2005 afzonderlijk en in detail besproken. In 2005 werden namelijk extra telinspanningen verricht in en rond het toekomstig windturbinepark van C-Power dat op de Thorntonbank zal gebouwd worden. Voor de bespreking van de zeevogels werd tevens gesteund op deze gegevens.

In Vanermen *et al.* (2006) werd om zo de impact van het (toekomstige) windturbinepark van C-Power op de avifauna te kunnen inschatten, gezocht naar een referentiegebied met een gelijkaardige vogelsamenstelling. Een van de gebieden die in een eerste analyse werd onderzocht betreft Thorntonbank Noord. In deze zone is de Bank Zonder Naam gelegen. In deze studie werd het belang van zestien soorten zeevogels gedurende de winter en gedurende het voorjaar schematisch weergegeven (Figuur 4.6.10 en Figuur 4.6.11).

Figuur 4.6.10 en Figuur 4.6.11 geven een algemeen beeld van de soortensamenstelling gedurende de winter en het voorjaar ter hoogte van de Bank Zonder Naam die in de zone 'Thornton noord' gelegen is (Vanermen *et al.*, 2006). In Vanermen *et al.* (2006) is deze verdeling eveneens weergegeven voor de zomerperiode. In Vanermen *et al.* (2006) wordt aangehaald dat er in het gebied 'Thornton noord', waar

de Bank Zonder Naam gelegen is, gedurende de zomermaanden slechts vier tellingen verricht werden. Bijgevolg is het relatief belang van deze zestien soorten zeevogels in de zone 'Thornton noord' tijdens de zomerperiode niet bepaald.

**Figuur 4.6.10: Relatief belang van zestien soorten zeevogels in verschillende deelgebieden van het BDNZ gedurende de winter (Vanermen *et al.*, 2006)**

**Figuur 4.6.11: Relatief belang van zestien soorten zeevogels in verschillende deelgebieden van het BDNZ gedurende het voorjaar (Vanermen *et al.*, 2006)**

**Figuur 4.6.12: Relatief belang van zestien soorten zeevogels in verschillende deelgebieden van het BDNZ gedurende het najaar (Vanermen *et al.*, 2006)**

*Jan van Gent*

Jan van Genten gebruiken tijdens het najaar het BDNZ voornamelijk als doortrekgebied (Vanermen *et al.*, 2006). De dichtheden op het BDNZ bereiken een duidelijke piek tijdens het najaar (oktober-november) en een minder uitgesproken piek in het vroege voorjaar (februari-maart).

Op basis van Figuur 4.6.13 kan er afgeleid worden dat de dichtheid van Jan van Gent tijdens het najaar ter hoogte van de Bank Zonder Naam varieert tussen de 0,2 en 1,5 exemplaren per km<sup>2</sup>. Op het centrale deel van de bank ligt de dichtheid hoger dan 3 exemplaren per km<sup>2</sup>. Figuur 4.6.10 toont eveneens aan dat de zone 'Thornton noord' tijdens de winter niet onbelangrijk is voor Jan van Gent. Circa 8 % van de waargenomen soorten in deze zone en tijdens de winterperiode betreffen Jan van Genten. Gedurende het voorjaar komt deze soort er niet of nauwelijks voor (Figuur 4.6.11).

De waarnemingen uit 2005 tonen eveneens aan dat de Bank Zonder Naam van belang is voor Jan van Gent. In 2005 werden dichtheden van 1,51-2,00 exemplaren per km<sup>2</sup> waargenomen (Figuur 4.6.14). Deze dichtheden liggen bijgevolg iets hoger dan de waarnemingen van voorgaande jaren (1992-2004).

**Figuur 4.6.13: Verspreiding van Jan van Gent op het BDNZ tijdens het najaar; de 6x6km<sup>2</sup>-hokken zijn ingekleurd volgens de gemiddelde dichtheid (n/km<sup>2</sup>) (Vanermen *et al.*, 2006)**

**Figuur 4.6.14: Waarnemingen in 2005 van Jan van Gent in en rond het windparkgebied van C-Power (Vanermen *et al.*, 2006)**

*Grote Jager*

Grote Jagers komen jaarrond schaars en in lage dichtheden voor op het BDNZ (Vanermen *et al.*, 2006). De zuidelijke Noordzee is echter heel belangrijk voor Grote Jagers aangezien een zeer aanzienlijk percentage (> 60 %) van de totale biogeografische populatie er doortrekt (Seys, 2002; Stienen & Kuijken, 2003).

Tijdens de winter en het voorjaar zijn Grote Jagers zo goed als afwezig op de Thorntonbank (Vanermen *et al.*, 2006). Aangezien de Bank Zonder Naam in dezelfde regio ligt als de Thorntonbank kan er met enige voorzichtigheid aangenomen worden dat deze soort ook tijdens de winter en het voorjaar niet in grote aantallen zal voorkomen op de Bank Zonder Naam. Ook Figuur 4.6.10 en Figuur 4.6.11 tonen aan dat het aandeel van Grote Jager in de zone 'Thornton noord', waarin de Bank Zonder Naam gelegen is, tijdens de winter en tijdens het voorjaar heel gering is.

Tijdens de waarnemingen in 2005 werd Grote Jager niet waargenomen op de Bank Zonder Naam.

Op basis van de verspreidingskaart van Grote Jager kan er afgeleid worden dat het centrale deel van de Bank Zonder Naam van belang tijdens het najaar is voor Grote Jager. De rest van de bank is op basis van



de huidige gegevens minder van belang voor deze soort. Oplettendheid is dus nodig aangezien de Grote Jager de zuidelijke Noordzee gebruikt als trekcorridor.

**Figuur 4.6.15: Verspreiding van Grote Jager op het BDNZ tijdens het najaar; de 6x6km<sup>2</sup>-hokken zijn ingekleurd volgens het aantal waargenomen individuen per gevaren kilometer (n/km) (Vanermen *et al.*, 2006)**

*Dwergmeeuw*

Dwergmeeuwen gebruiken het BDNZ in hun trekroute van en naar overwinteringsgebieden. De dichtheden op het BDNZ vertonen duidelijke pieken in maart-april en september-oktober (Vanermen *et al.*, 1996). Vooral in de herfst vervult de zuidelijke Noordzee een cruciale rol als doortrekgebied voor deze soort. Naar schatting 40-100 % van de totale biogeografische populatie trekt dan via de zuidelijke Noordzee naar zuidelijke overwinteringsgebieden (Seys, 2002).

Op basis van de verspreidingskaart van Dwergmeeuw (Figuur 4.6.16) kan er afgeleid worden dat de dichtheden van Dwergmeeuw op het Belgisch deel van de Bank Zonder Naam tijdens het najaar relatief laag zijn (0-0,10 exemplaren per km<sup>2</sup>). Ter hoogte van de oostelijke zone van de bank, op Nederlands grondgebied, ligt de dichtheid iets hoger (0,25-0,50 exemplaren per km<sup>2</sup>).

Op basis van Figuur 4.6.10 en Figuur 4.6.11 kan er afgeleid worden dat het aandeel van Dwergmeeuw respectievelijk tijdens de winterperiode en tijdens het voorjaar in de zone 'Thornton noord' ca. 2 % en ca. 1 % bedraagt.

Tijdens de waarnemingen in 2005 werd Dwergmeeuw niet waargenomen op de Bank Zonder Naam.

**Figuur 4.6.16: Verspreiding van Dwergmeeuw op het BDNZ gedurende het najaar; de 6x6km<sup>2</sup>-hokken zijn ingekleurd volgens aantal waargenomen, vogels per gevaren kilometer (n/km) (Vanermen *et al.*, 2006)**

*Stormmeeuw*

Stormmeeuwen komen sterk verspreid over een groot gedeelte van het BDNZ voor, echter nauwelijks op open zee (Figuur 4.6.17). Zowel in de winter als in de lente zijn er geen duidelijke concentratiegebieden, hoewel de oostelijke kustgebieden relatief belangrijker zijn dan de Vlaamse banken. De hoogste dichtheden doen zich voor in de winter en het voorjaar.

Figuur 4.6.10 toont aan dat het relatief belang van de Stormmeeuw tijdens de winterperiode in de zone 'Thornton noord' niet onbelangrijk is (ca. 8 %). Gedurende het voorjaar komt Stormmeeuw er niet voor (Figuur 4.6.11).

Tijdens de waarnemingen van 2005 werd Stormmeeuw niet waargenomen op de Bank Zonder Naam.

**Figuur 4.6.17: Verspreiding van Stormmeeuw in de winter (Stienen & Kuijken, 2003)**

*Kleine Mantelmeeuw*

Behalve in de periode december-februari wordt de Kleine Mantelmeeuw het hele jaar door in hoge dichtheden aangetroffen en is het voornamelijk tijdens het voorjaar en de zomer de meest algemene vogelsoort op het BDNZ (Vanermen *et al.*, 2006). In de herfst trekt naar schatting 28 % van de totale biogeografische populatie door de zuidelijke Noordzee op weg naar de overwinteringsgebieden (Seys, 2002). Op het BDNZ wordt de helft van de vogels aangetroffen achter vissersschepen (Offringa *et al.* 1995). Vooral in het voorjaar kan deze soort ver buiten de kust en verspreid op het BDNZ aangetroffen

worden. Het concentratiegebied bevindt zich ter hoogte van de Zeelandbanken, de Gootebank en het westelijk deel van de Thorntonbank (Vanermen *et al.*, 2006). De Bank Zonder Naam behoort niet tot deze concentratiegebieden.

Tijdens het voorjaar toont het centrale deel van de Bank Zonder Naam een dichtheid van 5-10 exemplaren Kleine Mantelmeeuw per km<sup>2</sup> (Figuur 4.6.18). Op basis van de verspreidingskaart blijkt dat de rest van de bank van minder belang is voor deze soort en bezit zij dichtheden die variëren tussen de 0 en 1 exemplaar per km<sup>2</sup>. Figuur 4.6.11 illustreert dat het aandeel Kleine Mantelmeeuw in de zone 'Thornton noord' tijdens het voorjaar vergelijkbaar is met het aandeel Zeekoet en ongeveer 24 % bedraagt. Gedurende de winterperiode komt deze soort niet voor in deze zone (Figuur 4.6.10).

De recent uitgevoerde tellingen van 2005 bevestigen de dichtheid van 5 à 10 exemplaren per km<sup>2</sup> (Figuur 4.6.19).

Het BDNZ-gemiddelde bedraagt 1,82 ex/km<sup>2</sup>. Op basis van de dichtheidsverdeling kan er gesteld worden dat de Bank Zonder Naam, niet tegenstaande hun relatief groot aandeel tijdens het voorjaar, niet van specifiek belang is voor deze soort.

**Figuur 4.6.18: Verspreiding van Kleine Mantelmeeuw op het BDNZ gedurende het voorjaar. De 6x6km<sup>2</sup>-hokken zijn ingekleurd volgens de gemiddelde dichtheid (n/km<sup>2</sup>) (Vanermen *et al.*, 2006)**

**Figuur 4.6.19: Waarnemingen in 2005 van Kleine Mantelmeeuw in en rond het windparkgebied van C-Power (Vanermen *et al.*, 2006)**

#### *Grote Mantelmeeuw*

De Grote Mantelmeeuw is een wintergast en komt heel homogeen verspreid over het BDNZ voor.

Het aandeel van Grote Mantelmeeuw in de zone 'Thornton noord' gedurende het voorjaar is eerder zeer gering (Figuur 4.6.11). Tijdens de winterperiode bedraagt het aandeel van deze soort in diezelfde zone ca. 2,5 % (Figuur 4.6.10).

De waarnemingen van 2005 tonen aan dat er ter hoogte van de Bank Zonder Naam op één punt dichtheden zijn vastgesteld van 10-15 exemplaren per km<sup>2</sup> (Figuur 4.6.20).

**Figuur 4.6.20: Waarnemingen in 2005 van Grote Mantelmeeuw in en rond het windparkgebied van C-Power (Vanermen *et al.*, 2006)**

De Bank Zonder Naam is niet van specifiek belang voor deze soort (conform Stienen *et al.*, 2002).

#### *Drieteenmeeuw*

Drieteenmeeuwen zijn echte zeevogels die het BDNZ aandoen van de late herfst tot in de vroege lente. Op het BDNZ wordt de maximale dichtheid bereikt in de winter wanneer gemiddeld 1,64 exemplaren aanwezig zijn per km<sup>2</sup>. 's Winters zijn de vogels buiten het kustgebied wijd verspreid over het hele BDNZ en zijn er geen duidelijke concentratiegebieden aan te duiden (Stienen *et al.*, 2002).

Op de Bank Zonder Naam worden tijdens de winter hoge dichtheden bereikt, die op het Belgisch deel van de bank variëren tussen de 0 en 10 exemplaren per km<sup>2</sup> (Figuur 4.6.21 en Figuur 4.6.10). Dit aantal ligt veel hoger dan de dichtheid op de rest van het BDNZ. Tijdens het najaar variëren de dichtheden tussen 0 en 5 exemplaren per km<sup>2</sup> (Figuur 4.6.22). Gedurende het voorjaar is het procentueel aandeel van Drieteenmeeuw op de Bank Zonder Naam niet onbelangrijk (ca. 38 %) (Figuur 4.6.11).

Tijdens de tellingen in 2005 werd ter hoogte van één telpunt een dichtheid van 1,51-2 exemplaren per km<sup>2</sup> vastgesteld.

**Figuur 4.6.21: Verspreiding van Drieteenmeeuw tijdens de winter. De 6x6km<sup>2</sup>-hokken zijn ingekleurd volgens gemiddelde dichtheid (n/km<sup>2</sup>) (Vanermen *et al.*, 2006)**

**Figuur 4.6.22: Verspreiding van Drieteenmeeuw tijdens het najaar. De 6x6km<sup>2</sup>-hokken zijn ingekleurd volgens gemiddelde dichtheid (n/km<sup>2</sup>) (Vanermen *et al.*, 2006)**

Ondanks de hoge dichtheden is de Bank Zonder Naam gezien het geringe belang van het BDNZ voor de biogeografische populatie van deze soort (Seys, 2002) echter niet van specifiek belang voor Drieteenmeeuw.

#### *Grote Stern*

De Grote stern is een doortrekker en zomergast op het BDNZ. De zuidelijke Noordzee vormt voor deze zwaar beschermde soort een belangrijke corridor tijdens de trek naar de Afrikaanse overwinteringsgebieden, waarvan naar schatting 67 % van de totale biogeografische populatie gebruik maakt (Seys, 2002).

Op basis van de huidige waarnemingen (Figuur 4.6.23 en Figuur 4.6.24) kan er vastgesteld worden dat de Bank Zonder Naam zowel tijdens het broedseizoen als tijdens de najaarstrek niet of nauwelijks van belang is voor Grote Stern. Er dient wel opgemerkt te worden dat de Thorntonbank, die er ten zuiden van ligt, tijdens de najaarstrek van groot belang is voor Grote Stern. Aangezien het aantal waarnemingen tijdens de zomerperiode in de zone 'Thornton noord' eerder gering was (Vanermen *et al.*, 2006), is het niet uitgesloten dat de Bank Zonder Naam eveneens een grote waarde bezit voor Grote Stern. Bijkomend onderzoek is bijgevolg aangewezen.

**Figuur 4.6.23: Verspreiding van Grote Stern op het BDNZ gedurende het broedseizoen (mei-juni); de 6x6km<sup>2</sup>-hokken zijn ingekleurd volgens het aantal waargenomen individuen per gevaren kilometer (n/km) (Vanermen *et al.*, 2006)**

**Figuur 4.6.24: Verspreiding van Grote Stern op het BDNZ gedurende de najaarstrek (augustus). De 6x6km<sup>2</sup>-hokken zijn ingekleurd volgens het aantal waargenomen individuen per gevaren kilometer (n/km) (Vanermen *et al.*, 2006)**

#### *Visdief*

Op het BDNZ worden Visdieven enkel van april tot oktober waargenomen. De soort is onder andere opgenomen in bijlage I van de Vogelrichtlijn. Vooral in de periode mei-juli worden op het BDNZ zeer hoge dichtheden opgetekend. Visdieven zijn meer kustgebonden dan de nauw verwante Grote Sterns. De zuidelijke Noordzee is een belangrijke trekcorridor voor deze soort, naar schatting 56 % van de totale biogeografische populatie maakt gebruik van deze route (Seys, 2002).

Op basis van de verspreidingskaarten van Visdief gedurende het broedseizoen (Figuur 4.6.25) en gedurende de najaarstrek (Figuur 4.6.26), kan er op basis van de huidige gegevens geconcludeerd worden dat deze soort niet of nauwelijks voorkomt ter hoogte van de Bank Zonder Naam. Er dient wel opgemerkt te worden dat de Thorntonbank, die er ten zuiden van ligt, tijdens de najaarstrek van groot belang is voor Visdief. Aangezien het aantal waarnemingen tijdens de zomerperiode in de zone 'Thornton noord' eerder gering was (Vanermen *et al.*, 2006), is het niet uitgesloten dat de Bank Zonder Naam eveneens een grote waarde bezit voor Visdief. Bijkomend onderzoek is bijgevolg aangewezen.

**Figuur 4.6.25: Verspreiding van Visdief op het BDNZ gedurende het broedseizoen (mei-juni); de 6x6km<sup>2</sup>-hokken zijn ingekleurd volgens het aantal waargenomen individuen per gevaren kilometer (n/km) (Vanermen *et al.*, 2006)**

**Figuur 4.6.26: Verspreiding van Visdief op het BDNZ gedurende de najaarstrek (augustus); de 6x6km<sup>2</sup>-hokken zijn ingekleurd volgens het aantal waargenomen individuen per gevaren kilometer (n/km) (Vanermen *et al.*, 2006)**

*Zeekoet*

De Zeekoet is een wintergast die aanwezig is op het BDNZ in de periode oktober-maart. Deze zeer algemene soort kent een wijde verspreiding over grote delen van het BDNZ (Vanermen *et al.*, 2006).

De waarnemingen die in 2005 werden uitgevoerd, tonen aan dat Zeekoet in grote aantallen voorkomt ter hoogte van de Bank Zonder Naam. Er werden dichtheden vastgesteld van 2 tot 15 exemplaren per km<sup>2</sup> (Figuur 4.6.27).

**Figuur 4.6.27: Waarnemingen in 2005 van Zeekoet in en rond het windparkgebied van C-Power (Vanermen *et al.*, 2006)**

Het relatief belang, vertaald in het procentueel aandeel van Zeekoet op de Bank Zonder Naam gedurende de winter en het voorjaar, bedraagt respectievelijk ca. 38 en 20 % (Figuur 4.6.10 en Figuur 4.6.11).

Ondanks het grote aantal Zeekoeten dat waargenomen werd op de Bank Zonder Naam, kan er met enige voorzichtigheid net zoals voor de Thorntonbank (conform Stienen *et al.*, 2002) verwacht worden dat de Bank Zonder Naam in geen enkel jaargetijde van specifiek belang is voor de Zeekoet vanwege haar sterk verspreide en algemene voorkomen op het BDNZ. Verder onderzoek ter hoogte van de Bank Zonder Naam is hiervoor aangewezen.

*Alk*

De Alk is naast Zeekoet de enige algemeen voorkomende alkachtige op het BDNZ. Eén op zes van de waargenomen alkachtigen betreft Alk. De hoogste dichtheden worden bereikt tijdens de winter en de belangrijkste overwinteringsgebieden situeren zich op de Vlaamse banken, de Hinderbanken en de Zeelandbanken (Vanermen *et al.*, 2006).

In het najaar komen op de Thorntonbank ruim drie keer zoveel Alken voor dan op de rest van het BDNZ (0,41 ex./km<sup>2</sup> tegenover 0,12 ex./km<sup>2</sup>). In de rest van het jaar zijn de aantallen op de Thorntonbank vergelijkbaar met de aantallen op de rest van het BDNZ. De Thorntonbank is in geen enkel jaargetijde van specifiek belang voor Alken vanwege de vrij lage dichtheden aldaar, en het sterk verspreide voorkomen van de soort op het BDNZ (conform Stienen *et al.*, 2002). Momenteel zijn er te weinig gegevens om een besluit te geven voor de Bank Zonder Naam.

Het relatief belang, vertaald in het procentueel aandeel van Alk op de Bank Zonder Naam gedurende de winter en het voorjaar, bedraagt respectievelijk ca. 10 en 5 % (Figuur 4.6.10 en Figuur 4.6.11).

Tijdens de tellingen in 2005 werd ter hoogte van één telpunt op de Bank Zonder Naam een dichtheid van 2-5 exemplaren per km<sup>2</sup>.

**Figuur 4.6.28: Waarnemingen in 2005 van Alk in en rond het windparkgebied van C-Power (Vanermen *et al.*, 2006)**

*Noordse Stormvogel*

Noordse Stormvogels komen jaarrond in vrij lage dichtheden op het BDNZ voor, en mijden sterk de kustnabije zone. Dieper in zee komt de soort verspreid voor en is het niet mogelijk om binnen het offshore gebied een kerngebied aan te duiden (Stienen & Kuijken, 2003).

Vanermen *et al.* (2006) en Seys (2002) stellen dat het BDNZ van marginaal belang is voor de biogeografische populatie van de soort. Ook Stienen en Kuijken (2003) geven aan dat het BDNZ van gering belang is voor Noordse Stormvogel.

Een verspreidingkaart van Noordse Stormvogel, op basis van de telgegevens van 1992-2003, toont aan dat de Bank Zonder Naam van minder belang is voor Noordse Stormvogel.

#### **Figuur 4.6.29: Verspreiding van Noordse Stormvogel in de winter (Stienen & Kuijken, 2003)**

##### Besluit:

Op basis van bovenstaande beschrijvingen kan er gesteld worden dat er ter hoogte van de Bank Zonder Naam voornamelijk niet-kustgebonden soorten zoals Jan van Gent, Drieteenmeeuw, Zeekoet en Alk voorkomen.

Andere soorten zoals duikers, Fuut, Visdief, Grote Stern, Zwarte Zee-eend en een reeks van meeuwen (Dwergmeeuw, Stormmeeuw, Zilvermeeuw) komen in minder grote aantallen voor ter hoogte van de Bank Zonder Naam. Kleine Mantelmeeuw en Grote Mantelmeeuw zijn eerder algemene soorten die verspreid over het BDNZ voorkomen. De Bank Zonder Naam behoort echter niet tot hun concentratiegebied.

#### **ZELDZAME ZEEVOGELS**

In Vanermen *et al.* (2006) wordt een beschrijving gegeven van een reeks zeldzame zeevogels die op het BDNZ waargenomen zijn.

Bepaalde zeldzame zeevogels zijn gebonden aan de havenmonden of betreffen kustgebonden soorten, die bijgevolg weinig of niet ter hoogte van de Bank Zonder Naam voorkomen. Het betreft Parelduiker, Roodkeelduiker, Dwergstern, Kleine Alk en Noordse Stern.

Kuhls Pijlstormvogel, Noordse Pijlstormvogel, Stormvogel, Kuifaalscholver, Vorkstaartmeeuw, Papegaaiduiker en Kleinste Jager zijn soorten waarvan in de periode januari 1992 – december 2004 minder dan 10 exemplaren zijn waargenomen. Vaal Stormvogeltje betreft eveneens een weinig voorkomende soort op het BDNZ. Hiervan werden slechts 17 exemplaren waargenomen.

Grote Zee-eend en Eidereend zijn de twee zeldzame zeevogels die in grotere aantallen voorkomen op het BDNZ (respectievelijk 380 en 2.436). Het voorkomen van Grote Zee-eend concentreert zich binnen 10 kilometer van de kust en ook in de omgeving van de Vlaamse Banken. Eidereend concentreert zich eveneens binnen 10 kilometer van de kust, ter hoogte van de Banken van Oostende en Nieuwpoort en voor de havenmond van Zeebrugge (Vanermen *et al.*, 2006).

Middelste Jager betreft een eerder zeldzame zeevogel (33 waarnemingen) die verspreid over het BDNZ voorkomt. Voor deze soort zijn geen concentratiegebieden gekend.

Van Grauwe Pijlstormvogel werden 58 exemplaren waargenomen. Grauwe Pijlstormvogel is een regelmatige stormgast in september en oktober. In het najaar kunnen aantallen van meer dan 100 waargenomen worden.

##### Besluit:

Voor geen enkel van de zeldzame zeevogels wordt de Bank Zonder Naam als een belangrijk gebied aanzien.

## NIET-ZEEVOGELS

Naast de eigenlijke zeevogels gebruiken ook niet-zeevogels, zoals zangvogels, de Belgische zeegebieden als trekroute. Deze trekbewegingen van niet-zeevogels die over zee plaatsvinden, zijn reeds in een aantal buitenlandse studies aangetoond (Vanermen *et al.*, 2006).

Trekgedrag van niet-zeevogels is tot op heden onderkend bij de beoordeling van de eventuele impact van een off-shore windturbineparken (Vanermen *et al.*, 2006). Om de leemten in de kennis over het trekgedrag van niet-zeevogels en zeldzamere zeevogels over de Belgische zeegebieden tenminste gedeeltelijk op te vullen, werd in de referentiestudie van de avifauna van de Thorntonbank (Vanermen *et al.*, 2006) het uitgebreide databestand van vogeltellingen op zee aan een grondige analyse onderworpen. Op basis van deze analyse kan het volgende besloten worden (Vanermen *et al.*, 2006):

- Aalscholvers zijn het gehele jaar door aanwezig op het BDNZ. Aalscholvers betreffen wel kustgebonden soorten, met de hoogste dichtheden langs de westkust. De Bank Zonder Naam is bijgevolg geen belangrijk gebied voor Aalscholvers.
- De zwemeenden (Smient, Wilde Eend, Pijlstaart, Toppereend, Middelste Zaagbek) die op het BDNZ voorkomen, betreffen voornamelijk Smient (88 %). De hoogste concentraties zwemeenden komen kustgebonden voor. Ook Bergeend en Grauwe Gans zijn kustgebonden soorten. De Bank Zonder Naam vormt bijgevolg geen belangrijk gebied voor deze soorten.
- Rotganzen worden in grotere aantallen waargenomen tijdens het najaar. Groepen Rotganzen werden door Vanermen *et al.* (2006) verspreid over het BDNZ waargenomen. Er zijn geen concentratiegebieden gekend.
- Zwarte Stern komt voornamelijk voor langs de Nederlandse kust rond half mei, en in het najaar in augustus. Alle waarnemingen op het BDNZ werden verricht binnen een zone van 25 km langs de kust, met een cluster van waarnemingen nabij de havenmond van Oostende. Aangezien de Bank Zonder Naam op een afstand van ca. 36 km van de kust gelegen is, is deze bank niet van belang voor Zwarte Stern.
- Lachstern werd slechts tweemaal waargenomen op het BDNZ.
- Wat de groep van steltlopers betreft, kan er gesteld worden dat deze soortengroep over het ganse BDNZ voorkomt. De aantallen minderen wel naarmate men verder van de kust gaat. De meeste steltlopers werden waargenomen in de avond. De steltlopers die in grote aantallen voorkomen op het BDNZ worden hierna besproken.
  - Wat Kievit en Bonte Strandloper betreft, liggen de waarnemingen verspreid over het BDNZ, maar de aantallen nemen sterk af buiten de viermijlszone. Aangezien de Bank Zonder Naam buiten deze zone gelegen is, is deze niet van groot belang voor Kievit en Bonte Strandloper.
  - De waarnemingen van Wulp zijn duidelijk kustgebonden. Een cluster van waarnemingen werd vastgesteld ter hoogte van de havenmond van Zeebrugge.
  - Zilverplevier en Rosse Grutto werden het meest waargenomen buiten de 16-mijlszone. De twee grootste groepen Rosse Grutto werden waargenomen 25 en 35 kilometer buiten de kust. Op basis van de verspreidingskaart van de groep van de steltlopers (Figuur 4.6.30) kan er afgeleid worden dat er voornamelijk in de westelijke zone van de Bank Zonder Naam steltlopers werden waargenomen.

Als besluit kan er gesteld worden dat, in vergelijking met de kustzone de Bank Zonder Naam van minder belang is voor de groep van de steltlopers. Wat Rosse Grutto en Zilverplevier betreft, kan er niet uitgesloten worden dat de westelijke zone van de Bank Zonder Naam een belangrijke trekroute betreft voor deze soorten.

**Figuur 4.6.30: Verspreiding van de groep van steltlopers op het BDNZ gedurende de najaarstrek (augustus); de 6x6km<sup>2</sup>-hokken zijn ingekleurd volgens het aantal waargenomen individuen per gevaren kilometer (n/km) (Vanermen *et al.*, 2006)**

Wat zangvogels betreft, trekken grote aantallen zangvogels die op weg zijn van het continent naar de Britse eilanden of omgekeerd boven de Noordzee. Tijdens de scheepstellingen van het INBO werden slechts enkele soorten zangvogels in noemenswaardige aantallen waargenomen. Het betreft Spreeuw, Vink, Veldleeuwerik, Koperwiek en Graspieper. De zangvogelpiek doet zich voornamelijk 's nachts voor.

Besluit:

Naast de typische zeevogelsoorten komen boven het BDNZ ook grote aantallen niet-zeevogels voor. Vele van deze soorten zoals Aalscholver, Smient en Wilde Eend zijn vooral kustgebonden. Rosse Grutto en Zilverplevier kunnen ter hoogte van de Bank Zonder Naam voorkomen.

Waarnemingen die ter hoogte van de Thorntonbank zijn uitgevoerd (Vanermen *et al.*, 2006) tonen wel aan dat de doortrek van vogelsoorten het meest intens is langsheen de kust. Verder op zee gebeurt de trek via een breed front.

#### **4.6.2.3 Autonome ontwikkeling**

Bij het niet installeren van een windturbinepark op de Bank Zonder Naam (zowel oorspronkelijke als uitgebreide concessiegebied) mag zoals bij de Thorntonbank eveneens verondersteld worden dat de ornithologische waarde van de site nagenoeg hetzelfde zal blijven. Behalve bestaande (semi)-natuurlijke fluctuaties in het zeevogelbestand (bijvoorbeeld door veranderingen in de voedselbeschikbaarheid, of door verschuivingen in de overwinteringsgebieden) zijn er geen aanwijzingen dat er momenteel belangrijke wijzigingen plaatsvinden in het doelgebied. Veranderingen in de verspreiding van zeevogels als gevolg van de opwarming van de aarde zullen niet op korte termijn meetbaar zijn en zullen dientengevolge ook niet interfereren met een toekomstige monitoring van zeevogels in het doelgebied (Stienen *et al.*, 2002).

#### **4.6.2.4 Effecten**

### **INLEIDING**

De effecten van een windturbinepark op vogels zijn zeer variabel en hangen af van tal van factoren, waardoor de impact van elk windturbinepark verschillend is en individueel dient beoordeeld te worden. Een studie naar de lokale situatie is onontbeerlijk om tot een juiste inschatting te komen van de effecten ter plaatse. De effectbespreking is in het algemeen toepasselijk voor het ruimer studiegebied "Bank Zonder Naam". Indien relevant worden de effecten afzonderlijk besproken voor de verschillende configuraties in het oorspronkelijke en het uitgebreide concessiegebied.

Vogels kunnen op twee manieren hinder ondervinden van windturbines. In de eerste plaats kunnen zij met delen van de turbines (voornamelijk de rotorbladen) in aanvaring komen en daarbij gedood worden of gewond raken (aanvaringsaspect). Daarnaast kunnen vogels door de turbines worden verstoord, waarbij onderscheid gemaakt moet worden tussen directe effecten in de vorm van verlies aan geschikte broed-, foerageer- of rustgebieden door direct ruimtebeslag of beperking van de vliegroutes van de vogels en indirecte effecten door verstoring door de aanwezigheid, de beweging of het geluid van de turbines (verstoringaspect) (Stienen *et al.*, 2002).

### Aanvaringsaspect

Vogels botsen vrijwel uitsluitend 's nachts, in de schemering en bij slechte zichtomstandigheden (mist, harde wind, nevel, regen) tegen windturbines (Stienen *et al.*, 2002). Het gemiddeld aantal dodelijke aanvaringen in verschillende Europese windturbineparken op land varieert tussen een aantal vogels per turbine per jaar tot meer dan 64 vogels per turbine per jaar (Langston & Pullan, 2003; Everaert, 2006). Binnen een windturbinepark kan de impact ook sterk verschillen tussen individuele turbines onderling.

Het aanvaringsrisico is over het algemeen gerelateerd aan het aantal aanwezige (vliegende) vogels, terwijl de grootte van de turbines minder belangrijk lijkt (Everaert & Stienen, 2006). De aanvaringskans zal dus het grootst zijn op plaatsen waar veel vogels op windturbinehoogte passeren (Stienen *et al.*, 2002).

De eerste resultaten van het onderzoek in recente offshore windturbineparken (Horns Rev, Yttre Stengrund, Utgrunden, Tumø Knob, Blyth Harbour) hebben geen onaanvaardbare effecten aangetoond. Daar waar vogelmortaliteit vastgesteld werd, blijven de omstandigheden en de omvang van de mortaliteit onduidelijk wegens gebrek aan lange termijn ervaring.

Verder tonen radarstudies bij Horns Rev en Nysted (Denemarken) aan dat veel zeevogels die een windturbinepark binnenvliegen, zich heroriënteren en lager gaan vliegen, onder de rotorhoogte en tussen de windturbinerijen door, wat het aanvaringsrisico doet dalen (Petersen *et al.*, 2006).

Zelfs in de veronderstelling dat een windturbinepark resulteert in lage dodelijke aanvaringen, dan nog kan die bijkomende mortaliteit significant zijn voor lang levende soorten met een lage productiviteit en een lage maturiteitssnelheid, vooral wanneer speciale beschermingssoorten beïnvloed worden. In dergelijke gevallen kunnen windturbineparken significante effecten hebben op populatieniveau (lokaal, regionaal of nationaal), in het bijzonder in situaties waar cumulatieve mortaliteit plaatsvindt als resultaat van meerdere windturbineparken samen (Drewitt & Langston, 2006).

### Verstoringsaspect

Windturbines kunnen verstoring veroorzaken bij foeragerende en rustende vogels, zowel op het land als op het water. Ook passerende vogels kunnen hinder ondervinden van windturbineparken (barrière) en kunnen daardoor deze ontwijken. Er zijn grote verschillen tussen de soorten vogels.

In de broedgebieden worden meestal geen verstorende effecten vastgesteld, wat waarschijnlijk te maken heeft met het optreden van gewinning bij de broedvogels (Stienen *et al.*, 2002). Ook onderzoek van Everaert & Stienen (2006) op het effect van de windturbines van Zeebrugge op vogels doet vermoeden dat de verstoringfactor relatief laag is bij de broedende vogels (sternen), hoewel effecten op het reproductieresultaat nog niet werden bestudeerd.

Er kunnen twee soorten reacties onderscheiden worden bij passerende vogels om het windturbinepark te ontwijken: het veranderen van de vliegrichting, het tijdelijk aanpassen van de vlieghoogte. Over het algemeen vindt het mijden van de turbines op korte afstand plaats. Door het ontwijken van de windturbineparken kan er een sterke reductie ontstaan van het aantal passerende vogels (Stienen *et al.*, 2002). Bepalende parameters bij het bestuderen van het verstoringaspect zijn dus de oppervlakte-inname van het park en de dimensie (ashoogte + rotordiameter) van de turbines.

Resultaten van radarstudies bij de offshore windturbineparken in Denemarken (Horns Rev en Nysted) laten zien dat zeevogels doorgaans ontwijkingsgedrag vertonen; hoewel de reactie sterk afhankelijk is van soort tot soort (Petersen *et al.*, 2006). Sommige soorten werden nooit (vb. duikers, Jan van Genten) of zelden (vb. Zwarte Zee-eend) al vliegend gezien tussen de turbines, terwijl anderen (vb. Aalscholvers en meeuwen) een klein ontwijkingsgedrag vertonen. Bij Horns Rev werd er een aanpassing van de vliegrichting vastgesteld: 71 % - 86 % van de vogels ontweek het windturbinepark op een afstand van



1,5 - 2 km om dan meer dan 5 km rond de buitenkant van het windturbinepark te vliegen. Bij Nysted werd een gelijkaardig ontwijkingspatroon vastgesteld: 78 % van de aanvliegende vogels ontweek het windturbinepark. Bij beide windturbineparken gebeurden veranderingen in vliegrichting dicht bij het windturbinepark tijdens de nacht (0,5 km) dan overdag (> 1,5 km), maar de ontwijkingsratio bleef hoog. Verder werd vastgesteld dat tijdens de nacht migrerende vogels hoger dan 120 m vliegen en dus boven windturbinehoogte. Ook zuidwaarts trekkende niet-zeevogels vertoonden een markant vermijdingspatroon.

## CONSTRUCTIEFASE

### **A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied**

De bouwfase van het windturbinepark op de Bank Zonder Naam wordt gespreid over 2 jaar (voornamelijk periode april – oktober). Tijdens de bouwfase kan er een significante verstoring optreden van de mariene avifauna als gevolg van de werkzaamheden (o.a. productie geluid en trillingen, toegenomen scheepvaart, slibpluimen), maar de reacties zijn sterk soortsafhankelijk.

Verstoringsgevoelige soorten (vb. Roodkeelduiker, Zwarte Zee-eend, Fuut, Zeekoet, Alk) kunnen tijdelijk het gebied mijden; andere soorten (vb. meeuwen) kunnen mogelijk voordelen hebben van de werkzaamheden (baggerwerken, scheepsactiviteit) door het tijdelijk beschikbaar komen van voedsel (omwoelen van bodem) (Stienen *et al.*, 2002; Vanermen *et al.*, 2006). Bij Horns Rev bleek bijvoorbeeld dat duikers en alkachtigen het park meden tijdens en tot 3 jaar na de constructiefase. Zilvermeeuwen werden net aangetrokken door scheepvaartactiviteiten en de mogelijkheid om te zitten op de constructies in aanbouw (Christensen *et al.*, 2003; Tech-Wise, 2003; Petersen *et al.*, 2006). Echter, de (zeer) verstoringsgevoelige soorten zoals Roodkeelduiker, Zwarte Zee-eend en Fuut zijn kustgebonden en komen in mindere mate voor op de offshore gelegen Bank Zonder Naam.

Ter hoogte van de Bank Zonder Naam komen vooral de soorten Drieteenmeeuw, Zeekoet, Alk en Kleine Mantelmeeuw (voorjaar), Grote Mantelmeeuw, Jan van Gent, Noordse Stormvogel (najaar) voor. Al deze soorten zijn minder verstoringsgevoelige soorten met uitzondering van Zeekoet en Alk (Tabel 4.6.15) (Vanermen *et al.*, 2006). Zeekoet en alk kennen echter hun hoogste dichtheden ter hoogte van de Bank Zonder Naam in het winterhalfjaar (oktober – maart) (Stienen & Kuijken, 2003; Vanermen *et al.*, 2006) waardoor het effect tijdens de constructiefase (periode april tot oktober) gering zal zijn.

Algemeen kan er dus vanuit gegaan worden dat het effect groter zal zijn in het uitgebreide concessiegebied (14,30 km<sup>2</sup>) dan in het oorspronkelijke concessiegebied (9,03 km<sup>2</sup>). Maximaal komt dit neer op een gebied die ca. 0,40 % van het BDNZ beslaat, waardoor de verstoring beperkt in omvang blijft.

### Besluit:

Het effect van de bouw van een windturbinepark op de Bank Zonder Naam op avifauna wordt voor de verschillende funderingstypes (monopile, multipode/jacket, gravitaire fundering) en turbinegroottes (range 3 MW - 7 MW) als gering negatief (0/-) beoordeeld, aangezien voornamelijk minder verstoringsgevoelige soorten voorkomen op de Bank Zonder Naam, de bouw beperkt is in omvang (max. 0,40 % van BDNZ) en de constructiefase tijdelijk is (spreiding over 2 jaren, periode april – oktober).

## EXPLOITATIEFASE

### A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied

#### Inleiding

Op basis van de gegevens over verstorings- en aanvaringsgevoeligheid bij soorten in Vanermen *et al.* (2006) kan onderstaande tabel gegenereerd worden (). Daarbij wordt aan de verstorings- en aanvaringsgevoeligheid per soort een score gegeven variërend van 1 tot 4, waarbij een score 4 gelijk staat aan zeer gevoelig, 3 gevoelig, 2 matig gevoelig en 1 weinig gevoelig. De totale gevoeligheidsscore is de som van de verstoringsgevoeligheids- en de aanvaringsgevoeligheidsscore. De range van de totale gevoeligheidsscore varieert van 8 (zeer gevoelig) tot 2 (weinig gevoelig). Hoe hoger de totale gevoeligheidsscore, hoe gevoeliger de soort en dus hoe groter de impact van een windturbinepark op de soort kan zijn. Uit de tabel blijkt dat Roodkeelduiker en Zwarte Zee-eend het meest gevoelig zijn (totale gevoeligheidsscore 8) en dus de grootste impact kunnen ondervinden van een windturbinepark. Dit betekent dat het overgrote deel van deze soorten door hun hoge verstoringsgevoeligheidsscore waarschijnlijk het windturbinepark zullen mijden. Wanneer een deel van deze soorten toch het windturbinepark binnenkomt, is er een grote kans dat ze in aanvaring komen met de windturbines, daar hun aanvaringsgevoeligheidsscore hoog is. Deze soorten komen echter enkel kustgebonden voor en dus valt de offshore gelegen Bank Zonder Naam buiten het normale verspreidingsgebied van deze soorten. De impact van het windturbinepark, zowel voor het oorspronkelijke als uitgebreide concessiegebied, op deze soorten wordt dan ook als marginaal ingeschat.

Op basis van de gegevens uit de Tabel 4.6.15 blijkt verder dat de soorten Noordse Stormvogel, Dwergmeeuw, Kleine Mantelmeeuw, Zilvermeeuw, Zeekoet en Alk de minste hinder kunnen ondervinden van een windturbinepark (totale gevoeligheidsscore 4) eenmaal in exploitatie, waardoor de impact op deze soorten gering negatief kan zijn.

**Tabel 4.6.15: Overzicht van de scores van verstorings- en aanvaringsgevoeligheid van zeevogels op basis van Vanermen *et al.* (2006) (1 = weinig gevoelig, 2 = matig gevoelig, 3 = gevoelig, 4 = zeer gevoelig), en met aanduiding van de totale gevoeligheidsscore per soort die varieert van 8 = zeer gevoelig tot 2 = weinig gevoelig).**

Soort	Verstorings gevoeligheidsscore	Aanvarings gevoeligheidsscore	Totale gevoeligheidsscore
Roodkeelduiker	4	4	8
Zwarte Zee-eend	4	4	8
Drieteenmeeuw	2	4	6
Grote Stern	2	4	6
Visdief	2	4	6
Fuut	3	2	5
Jan van Gent	2	3	5
Grote Jager	1	4	5
Stormmeeuw	1	4	5
Grote Mantelmeeuw	2	3	5
Noordse Stormvogel	2	2	4
Dwergmeeuw	2	2	4
Kleine Mantelmeeuw	2	2	4

Soort	Verstorings gevoeligheidsscore	Aanvarings gevoeligheidsscore	Totale gevoeligheidsscore
Zilvermeeuw	2	2	4
Zeekoet	3	1	4
Alk	3	1	4

#### Trekvogels en lokale vliegbewegingen

Aangezien de Bank Zonder Naam slechts 6 km van de Thorntonbank gelegen is, kan er verwacht worden dat de Bank Zonder Naam, net zoals de Thorntonbank, een doortrekgebied kan zijn voor bepaalde soorten zeevogels, die evenwijdig aan de kust van en naar broed- en overwinteringsgebieden trekken.

Op de Bank Zonder Naam komen er in het voor- en najaar Drieteenmeeuw, Kleine Mantelmeeuw, Grote Mantelmeeuw, Jan van Gent en Noordse Stormvogel voor in sterk verhoogde dichtheden. Van deze soorten zullen waarschijnlijk Drieteenmeeuw, Grote Mantelmeeuw, Jan van Gent de grootste impact ondervinden van het windturbinepark. Uit

Tabel 4.6.15 blijkt nl. dat hun totale gevoeligheidsscore hoog is (respectievelijk 6, 5 en 5). Het zijn allemaal matig verstoringsgevoelige soorten, maar ze zijn gevoelig tot zeer gevoelig voor aanvaring.

In het MER voor het offshore windturbinepark Sheringham Shoal (UK) (Scira, 2006) werden de aanvaringsrisicofactoren via modellering berekend voor verschillende vogelsoorten bij verschillende turbinegroottes (Figuur 4.6.11). Alk en Zeekoet werden niet in beschouwing genomen in de modellering, daar ze nooit meer dan 20 m boven het zeeoppervlak vlogen. Uit de modellering bleek dat van de 5 onderzochte soorten de Jan van Gent de grootste aanvaringsrisicofactor bezat (19,7 % bij 3 MW windturbine en 14,6 % bij 7 MW windturbine). Ook Kleine Mantelmeeuw vertoont een relatief groot aanvaringsrisico (16,3 %). Grote Stern, Visdief en Dwergmeeuw zijn soorten die weinig tot niet voorkomen ter hoogte van de Bank Zonder Naam. Verder kan uit de Tabel 4.6.16 afgeleid worden dat kleine windturbines (3 MW) leiden tot een hogere aanvaringsrisicofactor bij zeevogels dan grote windturbines (7 MW) bij een gelijkblijvend totaal aantal megawatts.

De windturbines die op de Bank Zonder Naam voorzien worden, bevinden zich in de vermogensrange van 3 tot 7 MW. Er kan verwacht worden dat, bij een gelijk blijvend totaal aantal MW, het risico op aanvaring bij de 3 MW turbine groter zal zijn dan bij de 7 MW turbine. Rekening houdend met het aantal turbines zal de 3 MW-opstelling in het uitgebreide concessiegebied de grootste effecten vertonen.

**Tabel 4.6.16: Berekende aanvaringsrisicofactor bij verschillende turbinegroottes (Scira, 2006).**

Soort	Turbinegrootte				
	3 MW	3,6 MW	4,5 MW	5 MW	7 MW
Jan van Gent	19,7 %	18,0 %	16,5 %	16,1 %	14,6 %
Kleine Mantelmeeuw	16,3 %	15,1 %	14,1 %	13,8 %	12,7 %
Grote Stern	14,3 %	13,5 %	12,7 %	12,5 %	11,7 %
Visdief	13,5 %	12,7 %	12,0 %	11,9 %	11,2 %
Dwergmeeuw	11,4 %	10,8 %	10,4 %	10,3 %	9,8 %

In 2005 werd een inschatting gemaakt van de vlieghoogte van zeevogels om te bepalen welke soorten het gevoeligst zullen zijn voor aanvaring met windturbines (Vanermen *et al.*, 2006). Uit dit recente onderzoek bleek echter dat de kans dat Drieteenmeeuw en Jan Van Gent binnen rotorbereik (> 25 m) vlogen, klein was: slechts 4 % vloog op windturbinehoogte (Tabel 4.6.17). Vanermen *et al.* (2006) stelde verder vast dat Kleine en Grote Mantelmeeuw het hoogst vlogen: nl. respectievelijk 12 % en 14 % vloog

op rotorhoogte. Deze soorten zullen door de combinatie van hun grote formaat, lage wendbaarheid en de vlieghoogte het gevoeligst zijn voor aanvaring.

**Tabel 4.6.17: Aantal en hoger dan 25 meter vliegende vogels waargenomen op het BDNZ in 2005 (Vanermen *et al.*, 2006)**

Soort	> 25 m	totaal	% > 25 m
Roodkeelduiker	5	317	2
Fuut	0	3131	0
Noordse Stormvogel	0	682	0
Jan van Gent	27	1057	4
Zwarte Zeeëend	0	1089	0
Grote Jager	2	29	8
Dwergmeeuw	1	462	0
Stormmeeuw	45	2641	5
Kleine Mantelmeeuw	372	4812	12
Zilvermeeuw	68	1197	9
Grote Mantelmeeuw	123	2347	14
Drieteenmeeuw	39	2886	4
Grote Stern	10	748	1
Visdief	4	1683	0
Zeekoet	0	427	0
Alk	0	54	0

De soorten Noordse Stormvogel en Kleine Mantelmeeuw die ook in verhoogde dichtheden voorkomen op de Bank Zonder Naam gedurende de trekperiodes, hebben een relatief lage, totale gevoeligheidsscore (Tabel 4.6.15). Zowel Noordse Stormvogel als Kleine Mantelmeeuw hebben nl. een matige verstorings- en aanvaringsgevoeligheid. Deze soorten zullen op basis van de gegevens in

Tabel 4.6.15 waarschijnlijk een geringe impact ondervinden van het windturbinepark. Echter op basis van het onderzoek naar geschatte vlieghoogtes (Vanermen *et al.*, 2006) en op basis van de modellering in het kader van het MER voor het offshore windturbinepark Sheringham Shoal (Scira, 2006) kan verwacht worden dat onder de slachtoffers waarschijnlijk ook Kleine Mantelmeeuw zullen vallen.

Naast de eigenlijke zeevogels gebruiken ook niet-zeevogels, zoals zangvogels, de Belgische zeegebieden als trekroute (van het continent naar de Britse eilanden of omgekeerd). Trekgedrag van niet-zeevogels is tot op heden onderkend bij de beoordeling van de eventuele impact van offshore windturbineparken. Wat zangvogels betreft kan het windturbinepark bij zeer sterke trek boven de Noordzee een probleem vormen. Weersomstandigheden die plots ongunstig worden (mist of regen), kunnen er nl. voor zorgen dat de trek van zangvogels snel onderbroken wordt. Tijdens deze zogenaamde 'fall-conditions' kan een windturbinepark functioneren als kunstmatig eiland en een ogenschijnlijk veilige haven vormen voor zangvogels. Mogelijk kunnen er dan grote aantallen windturbineslachtoffers vallen, te meer daar deze omstandigheden altijd samengaan met slechte zichtbaarheid (Vanermen *et al.*, 2006). Maar de frequentie van het optreden van dit fenomeen is laag en moeilijk voorspelbaar (Stienen *et al.*, 2002).

Gezien de offshore ligging van de Bank Zonder Naam valt niet te verwachten dat er in het gebied veel lokale vliegbewegingen zullen zijn, zodat ook voor dit aspect de impact waarschijnlijk marginaal zal zijn. Maar goede gegevens hierover ontbreken helaas (Stienen *et al.*, 2002).

### Besluit:

Welke vogelsoorten er tijdens de trekperiodes in het voor- en najaar precies verstoord zullen worden door de windturbines en welke in aanvaring zullen komen met de windturbines is moeilijk te voorspellen. Op basis van beschikbare onderzoeksresultaten en de dichtheden op de Bank Zonder Naam gedurende de trekperiodes, kan verwacht worden dat vooral Grote Mantelmeeuw, Drieteenmeeuw en Jan van Gent de grootste impact zullen ondervinden van de windturbines, doordat ze een hoge totale gevoeligheidsscore hebben. Op basis van de verstoringsgevoeligheidsscore (Vanermen *et al.*, 2006) kan verwacht worden dat het verstoringseffect op de zeevogels, die in verhoogde aantallen voorkomen ter hoogte van de Bank Zonder Naam tijdens de trekperiodes, eerder beperkt zal zijn. De voorkomende soorten zijn nl. matig gevoelige voor verstoring. Onder de aanvaringsslachtoffers zullen waarschijnlijk vooral Grote en Kleine Mantelmeeuwen vallen.

De Bank Zonder Naam ligt waarschijnlijk voor enkele offshore soorten binnen de trekroute, maar waarnemingen uitgevoerd door Vanermen *et al.* (2006) tonen aan dat de doortrek van vogelsoorten het meest intens is langsheen de kust; verder op zee gebeurt de trek via een breed front. Daarbij komt dat de vogelsoorten, die vooral voorkomen ter hoogte van de Bank Zonder Naam tijdens de trekperiodes, eerder matige verstoringsgevoelig zijn.

De geplande 3 MW turbines op de Bank Zonder Naam zullen, bij een gelijkblijvend totaal aantal MW, waarschijnlijk een groter aanvaringsrisico bij de vogels met zich meebrengen dan de 7 MW turbines. Algemeen gezien kan hiernaast gesteld worden, dat hoe groter het aantal windturbines, hoe hoger de verstoring. De grootste effecten worden dan ook verwacht voor de 3 MW-opstelling in het uitgebreide concessiegebied.

Tijdens de zogenaamde 'fall-condities' kunnen grote aantallen windturbineslachtoffers vallen onder zangvogels. Dit effect is echter nu nog niet in te schatten; verder onderzoek aangaande 'fall-condities' is noodzakelijk.

De totale impact (zowel verstorings- als aanvaringseffect) van het windturbinepark op de Bank Zonder Naam (zowel voor het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied) voor de verschillende funderingstypes (monopile, multipode/jacket en gravitaire fundering) en turbinegroottes (3 MW tot 7 MW) wordt als gering negatief (0/-) ingeschat.

De impact van een windturbinepark op lokale vliegbewegingen zal waarschijnlijk marginaal zijn, maar goede gegevens hierover ontbreken helaas.

### Pleisterende, foeragerende zeevogels

Er is nog erg weinig onderzoek gedaan naar de daadwerkelijke verstoring van een offshore windturbinepark op de pleisterende, foeragerende zeevogels van de open zee. Op basis van nog zeer beperkt onderzoeksmateriaal voor een beperkt aantal soorten, verzameld in en rond het windturbinepark Horns Rev in Denemarken, zou de vermijding binnen een operationeel windpark 100 % zijn voor de (zeer) gevoelige soorten: duikers en Alk / Zeekoet. In een zone tot 2 km rond het park werden voor deze twee groepen van soorten ook nog aanzienlijk verminderde aantallen gevonden, met respectievelijk 87 en 47 %. Tussen de twee en vier kilometer van dit park was dit nog 56 en 28 %. Verder weg van het windturbinepark zijn geen getallen gekend. In het MER voor het windturbinepark Katwijk (Grontmij, 2006b) wordt op basis van bovenstaand zeer beperkt Deense onderzoeksmateriaal verondersteld dat ook verder dan 4 km nog verstoring optreedt voor deze soorten. Gezien de teruglopende percentages met toenemende afstand wordt deze reductie in aantallen voor beide groepen in Grontmij (2006b) op 10 % gesteld (Tabel 4.6.18). Voor de Jan van Gent waren in het Deense onderzoek alleen cijfers beschikbaar voor de zone van 2 - 4 km vanaf de periferie van het windturbinepark, waar een reductie van de aantallen ten opzichte van de nulsituatie werd gemeten van circa 80 %. In Grontmij (2006b) wordt verondersteld dat circa 90 % van de Jan van Genten de zone van 0 - 2 km rond de periferie zou mijden

en dat er geen enkele Jan van Gent het park zou binnen gaan (100 % vermijding). Dit is een worst case scenario, bij gebrek aan beter en gebaseerd op uiterst weinig materiaal!

Hetzelfde Deense onderzoek liet geen vermijdingsgedrag zien bij de Zilvermeeuw, Dwergmeeuw en Noordse Stern / Visdief. Deze soorten vertoonden eerder aantrekkingsgedrag naar (de werkschepen binnen) het park. Verstoring werd dus voor deze groep van soorten niet gevonden. In Grontmij (2006b) wordt aangenomen dat dit ook niet het geval zal zijn voor de andere meeuwen (Stormmeeuw, Kokmeeuw, Kleine Mantelmeeuw, Grote Mantelmeeuw en Drieteenmeeuw), en ook niet voor de Grote Stern en de Noordse Stormvogel. Hoewel er voor deze soorten dus geen daadwerkelijke onderzoeksgegevens voorhanden zijn, neemt Grontmij (2006b) aan, op grond van de gevonden afwezigheid van verstoring bij (andere) meeuwen en sterns, dat ook voor deze groep geen verstoring zal optreden. In onderstaande Tabel 4.6.18 wordt een overzicht gegeven van de vermijdingspercentages. In de tabel zijn soorten/afstanden waarvoor getallen beschikbaar zijn, vetgedrukt; de getallen in de overige cellen zijn extrapolaties.

**Tabel 4.6.18: Vermijdingspercentages zeevogels (vetgedrukt = beschikbare getallen; niet vetgedrukt = extrapolaties) (Grontmij, 2006b)**

<i>Soort of soortsgroep</i>	<i>In het park</i>	<i>0 – 2 km</i>	<i>2 – 4 km</i>	<i>4 – 6 km</i>
Duikers	100	87	56	10
Alk / Zeekoet	100	47	28	10
Jan van Gent	100	90	80	10
Noordse Stormvogel	0	0	0	0
Stormmeeuw	0	0	0	0
Kokmeeuw	0	0	0	0
Kleine Mantelmeeuw	0	0	0	0
Zilvermeeuw	0	0	0	0
Grote Mantelmeeuw	0	0	0	0
Drieteenmeeuw	0	0	0	0
Grote Stern	0	0	0	0
Noordse Stern / Visdief	0	0	0	0

Uit het Deens onderzoek op het windturbinepark Horns Rev bleek dat geen enkele Zeekoet het windturbinepark inging (100 % vermijding in Tabel 4.6.18). Verder blijkt uit het onderzoek van Vanermen *et al.* (2006) naar geschatte vlieghoogtes bij zeevogels dat de soort Zeekoet geen enkele keer op een geschatte hoogte van > 25 m werd waargenomen (Tabel 4.6.17). Er is dus waarschijnlijk een zeer kleine kans dat de soort het windturbinepark zal binnenkomen en de kans dat een Zeekoet, die wel het windturbinepark binnenkomt, binnen het rotorbereik van de geplande windturbines vliegt, zal waarschijnlijk klein zijn.

Op basis van Tabel 4.6.15 kan er verwacht worden dat de meeste aanvaringsslachtoffers onder de pleisterende en foeragerende zeevogels waarschijnlijk Drieteenmeeuwen zullen zijn (zeer gevoelig voor aanvaring). Echter uit onderzoek van Vanermen *et al.* (2006) naar de geschatte vlieghoogte blijkt dat de kans dat deze soort binnen rotorbereik vliegt, klein is: nl. slechts 4 % van de Drieteenmeeuwen vloog op windturbinehoogte. In het MER van het windturbinepark Katwijk (Nederland) wordt aangenomen dat Drieteenmeeuw geen vermijdingsgedrag vertoont (0 % vermijding in Tabel 4.6.18). De impact van het windturbinepark op deze soort zal waarschijnlijk gering zijn.

Verder is de oppervlakte die verdwijnt voor de pleisterende en foeragerende zeevogels op de Bank Zonder Naam beperkt tot 0,25 % (oorspronkelijke concessiegebied) of 0,40% (uitgebreide

concessiegebied) van het BDNZ, waardoor het effect op pleisterende en foeragerende zeevogels als gering negatief (0/-) wordt geschat.

De overige soorten bereiken relatief lage dichtheden op de Bank Zonder Naam, zodat de site geen specifieke betekenis heeft als concentratiegebied of als foerageergebied. De impact van het windturbinepark zal dus voor deze soorten waarschijnlijk marginaal zijn.

#### Besluit:

Welke soorten er onder de pleisterende en foeragerende zeevogels precies verstoord zullen worden door de werkende windturbines en welke in aanvaring zullen komen met de windturbines is moeilijk te voorspellen. Er wordt verondersteld dat het waarschijnlijk vooral Zeekoeten zullen zijn die verstoord zullen worden en waarschijnlijk vooral Drieteenmeeuwen die in aanvaring zullen komen. Uit onderzoek van Vanermen *et al.* (2006) blijkt echter dat de kans dat Drieteenmeeuwen op rotorhoogte vliegen, klein is. Er kan verwacht worden dat de impact (zowel verstorings- als aanvaringseffect) van het windturbinepark op de pleisterende en foeragerende zeevogels op de Bank Zonder Naam voor de verschillende funderingstypes (monopile, multipode/jacket en gravitaire fundering) en windturbinegroottes (3 MW tot 7 MW) gering negatief (0/-) zal zijn. Verder is de oppervlakte die verdwijnt voor pleisterende en foeragerende zeevogels beperkt (0,25 % (oorspronkelijke concessiegebied) tot 0,40% (uitgebreide concessiegebied) van BDNZ). De geplande 3 MW turbines op de Bank Zonder Naam zullen, bij een gelijkblijvend totaal aantal MW, waarschijnlijk een groter aanvaringsrisico bij de vogels met zich mee brengen dan de 6-7 MW turbines.

### **ONTMANTELINGSFASE**

#### ***A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied***

Er wordt verwacht dat de effecten tijdens de ontmantelingsfase van dezelfde aard zullen zijn als deze tijdens de constructiefase, aangezien de ontmanteling van het park uit gelijksoortige operaties bestaat als de bouw, maar dan in omgekeerde volgorde. Ook zal voor de ontmantelingsactiviteiten uitgegaan worden van het inzetten van soortgelijk materieel als bij de installatie van het park.

### **BEKABELING**

#### ***A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied***

Het kabeltracé met aanlanding in Zeebrugge zal doorheen het SBZ-3 (Zeebrugge), een speciale beschermingszone onder de Europese Vogelrichtlijn, gelegd worden (Figuur 4.8.4). Een passende beoordeling is hiervoor vereist.

Het aanleggen van de kabels op zee kan een tijdelijke verstoring van de avifauna tot gevolg hebben door een wijziging in het voedselaanbod als gevolg van een verandering van de turbiditeit in de waterkolom. Verstoring van de bodem zorgt namelijk voor een verhoging van de turbiditeit wat een effect kan hebben op vissen met filtermechanismen en op de zichtbaarheid voor visetende vogels. Zwarte Zee-eend en Roodkeelduiker zijn de meest verstoringsgevoelige soorten. Aangezien zij visetende vogels zijn, kunnen zij eveneens het meest beïnvloed worden door een verhoging van de turbiditeit als gevolg van de aanleg van de kabels. Ter hoogte van Zeebrugge (aanlanding) kunnen periodisch grote aantallen sternen aanwezig zijn. Deze zijn echter minder verstoringsgevoelige soorten.

Aangezien deze effecten echter tijdelijk en beperkt in omvang zijn, wordt het effect op avifauna als gevolg van de aanleg van de kabels als gering negatief (0/-) ingeschat.

De aanwezigheid van de kabels tijdens de exploitatiefase zullen waarschijnlijk geen rechtstreeks effect hebben op de avifauna.

## BESLUIT

Tijdens de bouw van een windturbinepark op de Bank Zonder Naam kan er een verstoring optreden van de avifauna als gevolg van de werkzaamheden. Het effect op avifauna tijdens de constructiefase is tijdelijk, beperkt in omvang en wordt als gering negatief (0/-) beoordeeld.

Tijdens de exploitatiefase kunnen vogels op twee manieren hinder ondervinden van windturbines. Ze kunnen met delen van de turbines (voornamelijk de rotorbladen) in aanvaring komen en daarbij gedood worden of gewond raken (aanvaringsaspect). Daarnaast kunnen ze door de turbines worden verstoord (verstoringaspect), waardoor de kans bestaat dat ze het windturbinepark vermijden. Het totale effect op de mariene avifauna (trekvogels en pleisterende, foeragerende zeevogels) wordt als gering negatief (0/-) beoordeeld. Het effect op trekkende zangvogels bij 'fall-condities' is nu nog niet in te schatten; verder onderzoek is noodzakelijk. De impact van een windturbinepark op lokale vliegbewegingen zal waarschijnlijk verwaarloosbaar (0) zijn, maar goede gegevens hierover ontbreken.

Het aanleggen van de kabels kan een tijdelijke verstoring van de avifauna tot gevolg hebben. Aangezien deze effecten echter tijdelijk en beperkt in omvang zijn, worden ze als gering negatief (0/-) ingeschat. De aanwezigheid van de kabels tijdens de exploitatiefase zullen waarschijnlijk geen rechtstreeks effect hebben op de avifauna.

De effecten tijdens de ontmantelingsfase zullen waarschijnlijk van dezelfde aard zijn als deze tijdens de constructiefase. Het effect op avifauna is tijdelijk en wordt als gering negatief (0/-) beoordeeld.

### **4.6.2.5 Leemten in de kennis**

In Vanermen *et al.* (2006) wordt aangehaald dat er in het gebied Thorntonbank-noord, waar de Bank Zonder Naam gelegen is, gedurende de zomermaanden enkele tellingen verricht werden, maar een goede beschrijving van de vogelpopulatie (zeevogels, niet-zeevogels) en hun gedrag (migratie, foerageren) op de Bank Zonder Naam is aangewezen om het belang van de het projectgebied te kunnen inschatten.

Ondanks de toegenomen onderzoeksintensiteit rond de effecten van windturbines op de vogels, zijn er nog een aantal onbekende factoren, zoals het mogelijke optreden van 'falls', van aanvaringen met migrerende vogels en zeevogels met de turbines, de wijziging van het voedselaanbod in het windturbinepark, het mogelijke barrière-effect op migraties, en de cumulatieve effecten door de bouw en exploitatie van meerdere windturbineparken in hetzelfde gebied. Het cumulatieve effect zal waarschijnlijk enerzijds tot uiting komen in de mortaliteit van zeevogels en anderzijds zal er waarschijnlijk ook een cumulatieve barrièrewerking optreden (Stienen *et al.*, 2002). Intensieve, lange termijn monitoring is bijgevolg wenselijk om na te gaan wat de mogelijke cumulatieve effecten zullen zijn van de windparken op vogelpopulaties.

### **4.6.2.6 Mitigerende maatregelen en compensaties**

Net zoals bij het windturbinepark op de Thorntonbank moet de aandacht gaan naar waarschuwingssignalen, gefaseerde onderbreking en compensatie. Voor een uitvoerige bespreking wordt verwezen naar de mitigerende maatregelen en compensaties in het MER van het offshore windturbinepark van C-Power op de Thorntonbank (Stienen *et al.*, 2002). Hieronder wordt een beknopte synthese gegeven.

## WAARSCHUWINGSSIGNALEN

Tot op heden zijn er geen studies die eventuele mitigerende effecten van waarschuwendende signalen aantonen. Er wordt vaker gesuggereerd dat geluidssignalen of visuele signalen de aanvaringskansen



kunnen verkleinen. Aan de andere kant is bekend dat vogels gewenning vertonen ten opzichte van dergelijke prikkels. Voor passerende vogels zal het gewenningseffect echter minimaal zijn, omdat individuele vogels slechts af en toe (twee keer per jaar in het geval van trekvogels) het windturbinepark zullen passeren. Het verlichten van het gehele windturbinepark is niet aan te raden, omdat dit zeker tijdens slechte zichtomstandigheden juist vogels zal aantrekken. Buurma & van Gasteren (1989) suggereren dat zelfs zwakke verlichting kan leiden tot een verhoogde aanvaringskans.

Omwille van het ontbreken van voldoende wetenschappelijk onderbouwde informatie aangaande het mitigerend effect van waarschuwingssignalen voor vogels, wordt hier enkel geduimd op de waarschuwingssignalen die verplicht voorzien moeten worden. Indien er tijdens het besluitvormingsproces nieuwe visies en/of wetenschappelijk onderbouwde informatie gekend zijn aangaande het milderend effect van waarschuwingssignalen is het aanbevolen om in overleg met de initiatiefnemer, hiermee rekening te houden. Er kan vanuit gegaan worden dat de bevoegde overheid die verantwoordelijk is voor de uitwerking van de waarschuwingssignalen hiervoor zal instaan.

## **GEFASEERDE ONDERBREKING**

Een mogelijke milderende maatregel tijdens periodes met een verhoogd aantal vliegbewegingen (bijvoorbeeld trekperiode) of onder slechte zichtomstandigheden (mist, regen) betreft het tijdelijk stilleggen van de windturbines. Aangezien dit economisch gezien als onhaalbaar kan worden beschouwd, is deze maatregel enkel aangewezen indien uit de monitoring zou blijken dat de aanwezigheid van het windturbinepark voor een significant (onaanvaardbaar) aantal aanvaringen zorgt binnen bepaalde periodes waardoor bepaalde vogelpopulaties sterk aangetast worden. Door in een monitoringprogramma aandacht te besteden aan de lokale vliegbewegingen en de soortspecifieke verschillen daarin, kan dan eventueel in een latere fase een gefundeerd advies worden gegeven over de wenselijke periode van onderbreking.

## **COMPENSATIE**

Het is noodzakelijk om de referentiesituatie op vlak van de voorkomende vogelsoorten in detail te bepalen vooraleer de bouwwerkzaamheden van start gaan. Indien na deze bepaling van de referentiesituatie blijkt dat het gebied waar het windturbinepark zal gebouwd worden een belangrijk rustgebied is voor bepaalde zeevogels (met name voor duikers spp., Fuut, Zeekoet, Alk), dient erop toegezien te worden om elders op het BDNZ beschermde gebieden te reserveren of bestaande gebieden te vergroten. Volgens de huidige gegevens blijkt dergelijke vorm van compensatie niet nodig te zijn voor de Bank Zonder Naam.

### **4.6.2.7 Monitoring**

D.m.v. de monitoring voorgesteld in een monitoringsplan, kunnen een aantal vragen beantwoord worden over de werkelijke impact van een windturbinepark op de avifauna in dit gebied. Bij deze monitoring moet rekening gehouden worden met mogelijke effecten op zeevogels, op migrerende niet-zeevogels, en aanvaringsrisico's van vogels met turbines. Voor een gedetailleerd monitoringplan wordt verwezen naar het monitoring beschreven voor Belwind (BMM, 2007c).

### **4.6.3 Zeezoogdieren**

#### **4.6.3.1 Methodologie**

Aangezien specifieke studies over zeezoogdieren op de Bank Zonder Naam op huidig ogenblik niet beschikbaar zijn, werd voor de beschrijving van de referentiesituatie gebruik gemaakt van

literatuurgegevens uit verschillende beschikbare studies en artikels en van data uit de zeezoogdieren databank van de BMM:

- 'Zeevogels en zeezoogdieren van de Vlake van de Raan' (Courstens *et al.*, 2006): Deze studie is grotendeels gebaseerd op de uitgebreide gegevensset van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) bestaande uit recente zeevogel- en zeezoogdiertellingen vanaf schepen, uitgevoerd in de periode 1992 tot en met 2005. De dataset bevat gestandaardiseerde tellingen die vooral gedaan werden vanaf de onderzoeksschepen 'Belgica' en 'Zeeleeuw', en (vooral in de jaren negentig) vanaf ferry's en andere schepen. De telmethodiek is conform de internationaal gehanteerde ESAS-methode (European Seabirds at Sea). Daarbij worden zowel zeezoogdieren als zittende en vliegende vogels geteld, die zich - voor zeevogels - binnen een afstand van 300 m en voor zeezoogdieren ook verder dan 300 m van het schip bevinden. Zeezoogdieren worden nl. omwille van hun gedrag vrij zelden binnen 300 m van het schip waargenomen, waardoor het aantal waarnemingen binnen deze 300 m zone zeer beperkt zou zijn en ontoereikend voor een grondige evaluatie. De gebruikte methodiek laat toe om een beeld te kunnen geven van de verspreiding en aantallen van zeezoogdieren op het Belgisch Deel van de Noordzee.
- 'Zeezoogdieren in Belgisch mariene wateren' (Stienen *et al.*, 2003): De studie geeft een beschrijving van de autecologie, de verspreiding en de populatiegrootte van zeezoogdieren in de Noordzee op basis van kennis uit binnenlandse en buitenlandse literatuur. Verder wordt het specifieke belang van het Belgisch Deel van de Noordzee voor de desbetreffende soorten afgewogen, voor zover die bekend is uit literatuurgegevens, en wordt hun verspreiding op het BDNZ in kaart gebracht.
- 'De avifauna en zeezoogdieren van de Thorntonbank' (Stienen *et al.*, 2002): Studie in opdracht van C-Power N.V. ter beoordeling en monitoring van de impact van een offshore windparkwindturbinepark op de mariene avifauna en zeezoogdieren. Gezien de nabijheid van de Thorntonbank zijn de gegevens van deze studie eveneens van belang voor de beschrijving van de referentietoestand van de Bank Zonder Naam.
- 'Hoge bijvangst van Bruinvissen bij standvisserij in het voorjaar van 2004' (Haelters & Kerckhof, 2004).
- 'Zeezoogdieren databank (BMM)' met data van strandingen en waargenomen zeezoogdieren.
- 'WAKO: Evaluatie van de milieu-impact van Warrelneten boomKOrvisserij op het Belgisch deel van de Noordzee' (Depestele *et al.*, 2008): In het kader van het project WAKO (warrelnet en boomkorvisserij) werden alle beschikbare gegevens over de verspreiding van zeezoogdieren op het Belgisch deel van de Noordzee geanalyseerd. Zo werd op basis van de waarnemingen van zeezoogdieren, verzameld tijdens de zeevogeltellingen van het INBO, een verspreidingskaart voor zeezoogdieren en een dichtheidskaart voor bruinvissen ontwikkeld. Ook werden de waarnemingen van bruinvissen, zoals door de BMM verzameld, op kaart gebracht.

Voor de afweging van het belang van het doelgebied voor zeezoogdieren wordt gekeken of er verschillen in verspreiding zichtbaar zijn tussen de site en andere delen van het BDNZ. Alle zeezoogdieren die vastgesteld zijn, worden in de referentiesituatie kort aangehaald; de vier meest voorkomende zeezoogdieren in het BDNZ worden uitgebreider besproken. Daarnaast wordt ook nog bijkomende informatie gegeven uit recente strandingen en waarnemingen.

Om de effecten van de bouw en de exploitatie van een windturbinepark op de Bank Zonder Naam op de zeezoogdieren in te schatten werd gebruik gemaakt van beschikbare literatuurgegevens uit binnen- en buitenland:

- De studie ter beoordeling en monitoring van de impact op de mariene avifauna en zeezoogdieren van een offshore windpark op de Thorntonbank (Stienen *et al.*, 2002), opgesteld in opdracht van C-Power N.V.
- Studies die uitgevoerd werden naar geluidseffecten van offshore windturbineparken op zeezoogdieren: Thomson *et al.*, 2006; Nedwell & Howell, 2004; Nedwell *et al.*, 2003.

- Beschikbare literatuur betreffende de reeds operationeel zijnde offshore windturbineparken Horns Rev en Nysted in Denemarken:  
In de Deense Noordzee werden in 2002 (Horns Rev) en in 2003 (Nysted) offshore windturbineparken gebouwd. De milieueffectrapporten voor deze windturbineparken werden opgesteld in 2000: Bach *et al.*, 2000; Tougaard *et al.*, 2000; Dietz *et al.*, 2000. Ook lopen er sinds 1999 verschillende studies die de verspreiding en het gedrag van zeezoogdieren onderzoeken om het effect van de bouw van deze offshore windturbineparken in te schatten. Verder werden verschillende monitoringsrapporten met onderzoek van de effecten op zeezoogdieren voor, tijdens en 2 jaar na de bouw van het windturbinepark, geconsulteerd: o.a. Teilmann *et al.*, 2006a; Teilmann *et al.*, 2006b; Teilmann *et al.*, 2006c; Tougaard *et al.*, 2006a; Tougaard *et al.*, 2006b, Tougaard *et al.*, 2006c; Vattenfall A/S 2006; Elsam Engineering & ENERGI E2, 2005; Tougaard *et al.*, 2005; Edrén *et al.*, 2005.
- Een recente Nederlandse studie over de relevante ecologische effecten die een rol kunnen spelen bij de bouw en exploitatie van windturbineparken op zee, waaronder het effect van onderwatergeluid tijdens de aanleg (heien) en het gebruik van windmolenparken op zeezoogdieren (Prins *et al.*, 2008);
- Een recente studie naar de ecologische effecten van bekabeling bij windturbineparken op zee (BERR, 2008).

#### 4.6.3.2 Referentiesituatie

Tot en met 2003 werden zeezoogdieren slechts sporadisch waargenomen tijdens zeevogeltellingen in de Belgische mariene wateren. Hierbij ging het hoofdzakelijk om zeehonden (zowel Grijze Zeehond (*Halichoerus grypus*) als Gewone Zeehond (*Phoca vitulina*)) en Bruinvissen (*Phocoena phocoena*). Sinds het voorjaar van 2003 echter worden in het Belgische gedeelte van de Noordzee evenals in de Nederlandse wateren in toenemende mate zeezoogdieren gemeld, waarbij vooral de aantallen Bruinvissen en Witsnuitdolfijnen (*Lagenorhynchus albirostris*) in het oog springen. Dit kadert in een algemene trend die ook in de andere landen rond de zuidelijke Noordzee werd vastgesteld. Algemeen wordt aangenomen dat het hierbij niet gaat om een effectieve aantalstoename, maar om een verschuiving van de foerageergebieden van dieren uit noordelijkere regionen, hoewel ook andere oorzaken niet kunnen worden uitgesloten (Courtens *et al.*, 2006; Depestele *et al.*, 2008).

Alle zeezoogdieren zijn beschermde soorten, waarvoor België in internationaal verband verplichtingen op zich heeft genomen om ze te beschermen, en om negatieve impacten zoveel mogelijk te vermijden. Walvisachtigen en zeehonden zijn nl. soorten van de Europese Habitatrichtlijn Bijlage II en IV. Dit betekent dat ze niet opzettelijk verstoord mogen worden tijdens de overwintering, voortplanting en trek (artikel 12). Het toestaan of aanvaarden van activiteiten die mogelijk de dood van beschermde soorten tot gevolg heeft, kan beschouwd worden als een inbreuk op artikel 12 van deze richtlijn. Verder heeft België ook in het kader van ASCOBANS (Overeenkomst inzake de bescherming van de kleine walvisachtigen in de Oostzee en de Noordzee) aanvaard dat de partijen zouden streven naar het vermijden van significante verstoring, in het bijzonder van akoestische aard (Conservation and Management Plan in de Bijlage van de Overeenkomst) (BMM, 2007c).

Vier zeezoogdiersoorten Gewone Zeehond, Grijze Zeehond, Bruinvis en Tuimelaar (*Tursiops truncatus*) hebben residente populaties in de Noordzee; zij gebruiken dit gebied om zich voort te planten en voedsel te zoeken. Witsnuitdolfijn, Witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*) en Dwergvinvis (*Balaenoptera acutorostrata*) vertoeven regelmatig met grote aantallen in grote delen van de Noordzee om zich te voeden (ICES, 2001). Van deze soorten worden Tuimelaar, Bruinvis, Witsnuitdolfijn, Gewone Zeehond en Grijze Zeehond als inheems beschouwd in de Belgische Zeegebieden. De Tuimelaar is in de Belgische Zeegebieden vrijwel uitgestorven. Toch worden de laatste jaren regelmatig solitaire Tuimelaars waargenomen die er tot enkele maanden verblijven, en af en toe worden migrerende groepjes Tuimelaars gerapporteerd. Waarnemingen van groepjes Witsnuitdolfijnen worden reeds een tiental jaren geregeld gemeld, maar deze soort is niet algemeen voorkomend. De aantallen Bruinvissen die voorkomen

op het BDNZ zijn vele malen hoger dan de aantallen van de andere zeezoogdieren. Vandaar dat meer aandacht dient besteed te worden aan deze soort (BMM, 2007c).

Op basis van strandingen aan de Belgische kust en zichtwaarnemingen op het BDNZ kunnen vier zeezoogdiersoorten als algemene tot vrij algemene verschijningen in de Belgische mariene wateren beschouwd worden (Reijnders & Lankester, 1990; Van Gompel, 1991; 1992; 1996; Reijnders, 1992; Camphuysen & Leopold, 1993; Camphuysen, 1994; Seys, 1998; Tahon & Haelters, 1998; Haelters, 2000; Haelters *et al.*, 2000; De Ridder, 2001; Debacker *et al.*, 2002): Bruinvis, Witsnuitdolfijn, Gewone Zeehond en Grijze Zeehond. Het zijn deze 4 algemene zeezoogdiersoorten die verder in beschouwing zullen genomen worden bij de potentiële effecten van een offshore windturbinepark. Voor een uitgebreide beschrijving van de soort, verspreiding en populatie wordt verwezen naar Stienen *et al.* (2002, 2003).

Van de vier meer algemene zeezoogdiersoorten is de Bruinvis de meest algemene soort in de Belgische mariene gebieden. Na decennia van vrijwel afwezigheid, komt dit zeezoogdier sinds 2003 opnieuw vrij algemeen voor in de Belgische zeegebieden. Bruinvissen komen het hele jaar door voor in de Belgische zeegebieden, maar er is een duidelijk seizoenaal patroon zichtbaar. Recente gegevens tonen nl. aan dat de hoogste dichtheden aan Bruinvis in het BDNZ vooral tijdens de late winter en lente (1 januari tot 30 april) voorkomen. Mogelijk komen in de winter en het vroege voorjaar in totaal enkele duizenden Bruinvissen voor in het BDNZ (Haelters & Jacques, 2006; BMM, 2007c; Depestele *et al.*, 2008). Ook het aantal strandingen vertoont al een tijdje een stijgende trend. Tussen 1990 en 1996 werden jaarlijks 3 tot 6 gestrande Bruinvissen gerapporteerd (Haelters & Kerckhof, 2004). Tussen 1997 en 2004 waren dat er 8 tot 40 (in 2004) per jaar ([www.mumm.ac.be](http://www.mumm.ac.be)). In 2006 (periode 26 januari 2006 tot en met 30 december 2006) werd 95 keer een Bruinvis gemeld: het ging om 65 strandingen, 26 bijvangsten, 3 waarnemingen en 1 dood exemplaar aangetroffen op zee (databank zeezoogdieren BMM). Een analyse van een groot aantal onderzoeksgegevens (Reid *et al.*, 2003) toonde aan dat Bruinvissen in Belgische mariene wateren relatief minder algemeen zijn dan in de centrale en noordelijke Noordzee. Dit is echter niet meer de actuele situatie (2000-2007). Recent onderzoek heeft aangetoond dat de bruinvissenpopulatie zich in de Noordzee gedeeltelijk verplaatst naar het zuiden waarbij de hoogste dichtheden in de Belgische Zeegebieden vooral tijdens de late winter en lente voorkomen (BMM, 2007c). De aanwezigheid van de Bruinvis en de aantallen in Belgische mariene gebieden, zijn tamelijk onvoorspelbaar. Op basis van de tellingen uit de INBO-databank is het niet mogelijk om een schatting te maken van de populatiegrootte van Bruinvissen op het BDNZ. In verhouding tot de totale populatiegrootte in de zuidelijke Noordzee stelt Stienen *et al.* (2003) dat de populatie Bruinvissen op het BDNZ op internationaal vlak van ondergeschikt belang is.

Uit het databestand van de BMM (niet gepubliceerd) blijkt dat er elk jaar enkele groepjes Witsnuitdolfijnen waargenomen worden op zee. In 2006 (periode 3 mei 2006 tot en met 17 december 2006) werd 4 keer een Witsnuitdolfijn gemeld: het ging om 3 waarnemingen op zee en 1 gestrand dier (databank zeezoogdieren BMM). Uit de analyse van een groot aantal gegevens blijkt dat de Witsnuitdolfijn in de zuidelijke Noordzee relatief zeldzaam is ten opzichte van in de centrale en noordelijke Noordzee (Reid *et al.*, 2003). Stienen *et al.* (2003) stelt dat in verhouding tot de totale populatiegrootte van de Noordzee, de soort voor het BDNZ van weinig betekenis is.

In België bevinden zich geen zeehondenkolonies (meer), maar zowel Grijze Zeehond als Gewone Zeehond zijn aan onze kust de laatste jaren gewone verschijningen geworden (BMM, 2007c). Uit de gegevens uit de zoogdierendatabank van de BMM bleek dat er in 2006 13 keer een Gewone Zeehond werd gemeld (9 gestrande en 4 vrijgelaten exemplaren in de periode 5 april 2006 tot en met 18 december 2006) en 8 keer een Grijze Zeehond (6 strandingen en 2 vrijlatingen in de periode 3 maart 2006 tot en met 6 december 2006). De zeehondenpopulaties in de ons omringende landen vertonen over het algemeen een groeiende trend, wat de stijging in de aantallen zeehonden op het BDNZ kan verklaren. De meeste zeehonden die korte tijd aan onze kust verblijven, zijn ongetwijfeld vooral afkomstig van de Zeeuwse kolonies, de Baai van de Somme of het Estuarium van de Wash. De kolonies het dichtst bij de windmolenparksite op de Bank Zonder Naam bevinden zich aan de Nederlandse kust (Zeeland) (BMM, 2007c). Aangezien zeehonden echte kustbewoners zijn, is het moeilijk om op basis van

waarnemingen van op schepen de werkelijke verspreiding aan te geven. Stienen *et al.* (2003) stelt dat hun aantal op het BDNZ zeer laag is in vergelijking met de totale noordzeepopulatie.

Gewone Zeehond wordt voornamelijk gezien langs de kuststrook tijdens het najaar en in de wintermaanden (augustus - februari) en minder in het voorjaar (Van Gompel, 1992). Tegenwoordig verblijven er elke winter 8 à 15 exemplaren aan onze kust (meest jonge dieren en subadulten), maar de grootste concentraties van Gewone Zeehond aan onze kust bevinden zich evenwel aan de Westkust (nabijheid van Vlaamse banken) (med. J. Van Gompel). De dichtst bij de Bank Zonder Naam gelegen locatie met kolonies van Gewone Zeehond is de Zeeuwse Delta met ongeveer 300 dieren (BMM, 2007c).

Het aantal Grijze Zeehonden in de zuidelijke Noordzee is kleiner dan het aantal Gewone Zeehonden en in vergelijking met de noordzeepopulatie verwaarloosbaar. Tegenwoordig worden elke winter verscheidene jongen van Grijze Zeehond waargenomen aan onze kust (BMM, 2004). In de rest van het jaar zijn er slechts een klein aantal waar te nemen, vaak jonge, maar ook af en toe volwassen rondzwervende dieren (med. J. Van Gompel). De populatie Grijze Zeehond, die zich sinds kort ontwikkelt op de zandplaten voor de Schouwse kust, is volgens recente tellingen uitgegroeid tot 120 dieren (<http://www.zeezoogdieren.org>, 12 juni 2005).

Daarnaast zijn er nog minder frequente of zeldzame waarnemingen of strandingen van andere zeezoogdiersoorten aan de Belgische kust vastgesteld (Reijnders & Lankester, 1990; Van Gompel, 1991; 1992; 1996; Haelters & Kerckhof, 2000):

- Dolfijnen: Witflankdolfijn, Tuimelaar, Gestreepte Dolfijn (*Stenella coeruleoalba*) en Gewone Dolfijn (*Delphinus delphis*)
- Walvissen: Potvis (*Physeter macrocephalus*), Gewone Vinvis (*Balaenoptera physalus*) en Griend (*Globicphala melaena*)
- Zeehonden: Klapmuts (*Cystophora cristata*) en Ringelrob (*Pusa hispida*)

**Figuur 4.6.31: Verspreiding en aantallen van zeezoogdieren in de Belgische mariene wateren, gebaseerd op alle INBO-waarnemingen van zeezoogdieren in de Belgische mariene wateren vanaf 1992 tot en met 2005 (naar Courtens *et al.*, 2006).**

**Figuur 4.6.32: Waarnemingen van groepjes Bruinvissen tussen 1995 en 2007 (tot en met juni), zoals aanwezig in het databestand van de BMM (excl. de waarnemingen van Bruinvissen gerapporteerd door het INBO) (naar Depestele *et al.*, 2008).**

**Figuur 4.6.33: Dichtheden van Bruinvis op het BDNZ in de periode 1992-2005 (links) en in de periode 2003-2005 (rechts). In de paarsgekleurde hokken werd minder dan 10 km<sup>2</sup> geteld; deze worden als onbetrouwbaar beschouwd (naar Depestele *et al.*, 2008).**

Figuur 4.6.31 geeft een beeld van alle INBO-waarnemingen in de Belgische mariene wateren van 1992 tot en met 2005. Figuur 4.6.32 is een kaart met de waarnemingen van Bruinvissen, zoals door de BMM verzameld (zonder de waarnemingen gemaakt tijdens zeevogeltellingen door het INBO). Deze figuren dienen met de nodige omzichtigheid te worden geïnterpreteerd. Ze geven nl. geen goed beeld van de werkelijke verspreiding van zeezoogdieren, omdat het beeld sterk wordt beïnvloed door de frequentie waarmee in bepaalde gebieden is geteld. Daarom werden de INBO-waarnemingen van Bruinvis omgezet in dichtheidkaarten (Depestele *et al.*, 2008). Figuur 4.6.33 geeft de dichtheidskaarten weer van Bruinvis op het BDNZ in de periode 1993-2005 en in de periode 2003-2005. De kaarten lijken te suggereren dat in bepaalde gebieden meer zeezoogdieren (Bruinvissen) voorkomen dan in andere gebieden. Zo werden rond de Stroombank/Nieuwpoortbank opmerkelijk veel Bruinvissen waargenomen en ook rond de Thorntonbank en ten noorden van de Hinderbanken lijkt er een concentratie van Bruinvissen te zijn (Depestele *et al.*, 2008). Op de Bank Zonder Naam lijken Bruinvissen ondervertegenwoordigd. Echter gezien de mobiliteit van de zeezoogdieren, de migraties die zeezoogdieren ondernemen, en het gering aantal waarnemingen van zeezoogdieren verder uit de kust, is het op dit ogenblik zeer moeilijk om

binnen het BDNZ migratiecorridors te bepalen of om gebieden aan te duiden die meer of minder belangrijk zijn voor zeezoogdieren (BMM, 2007c).

Uit bovenstaande literatuurgegevens blijkt dat, in verhouding tot de totale populatiegrootte van de Noordzee, de populaties zeezoogdieren in Belgische wateren eerder van ondergeschikt belang zijn. Dat neemt echter niet weg dat België er zorg moet voor dragen dat walvisachtigen en zeehonden (soorten van de Europese Habitatrichtlijn Bijlage II en IV) niet opzettelijk mogen verstoord worden tijdens de overwintering, voortplanting en trek (artikel 12). Daarnaast heeft België ook in het kader van ASCOBANS aanvaard dat de partijen zouden streven naar het vermijden van significante verstoring, in het bijzonder van akoestische aard. Omwille van deze internationale verplichtingen zijn preventieve maatregelen en een monitoring van de effecten niet 'aangewezen', maar 'vereist' (BMM, 2007c).

#### **4.6.3.3 Autonome ontwikkeling**

Bij het niet installeren van een windturbinepark op de Bank Zonder Naam mag zoals bij de Thorntonbank eveneens verondersteld worden dat de waarde voor mariene zoogdieren van de site nagenoeg hetzelfde zal blijven. Behalve bestaande (semi)-natuurlijke fluctuaties in het zeezoogdierbestand (bijvoorbeeld door veranderingen in de voedselbeschikbaarheid, of door verschuivingen in de overwinteringgebieden) zijn er geen aanwijzingen dat er momenteel belangrijke wijzigingen plaatsvinden in het gebied. Veranderingen in de verspreiding van zeezoogdieren als gevolg van de opwarming van de aarde zullen niet op korte termijn meetbaar zijn en zullen bijgevolg ook niet interfereren met een toekomstige monitoring van zeezoogdieren in het gebied (Stienen *et al.*, 2002).

#### **4.6.3.4 Effecten**

Zeezoogdieren kunnen op verschillende manieren mogelijke hinder ondervinden van offshore windparken, zowel tijdens de bouw als tijdens de werking van het offshore windturbinepark (Stienen *et al.*, 2002; Dolman *et al.*, 2003; Elsam Engineering & ENERGI E2, 2005):

- habitatverlies als gevolg van de aanwezigheid van een windturbinepark;
- veranderingen in voedselbeschikbaarheid tijdens constructiefase;
- verstoring als gevolg van de verschillende bouwactiviteiten en verhoogde scheepvaartactiviteit in de constructiefase en onderhoudswerkzaamheden in de operationele fase;
- trillingen en geluiden als gevolg van het heien van palen en baggerwerkzaamheden tijdens de constructiefase;
- trillingen en geluiden van de windturbines in de operationele fase;
- elektromagnetische straling opgewekt door aanwezige kabels;
- fysische aanwezigheid van de windturbines;
- verstoring door onderhoudswerken;
- veranderingen in beschikbare voedselbronnen.

De potentiële effecten op de zeezoogdieren tijdens de verschillende fasen van het windturbinepark worden hieronder besproken. Ook wordt aangegeven of er al dan niet een hoge impact bij de huidige beschrijving (plaats, constructie, ed.) van dit windturbinepark verwacht kan worden.

## CONSTRUCTIEFASE

### A. Oorspronkelijke concessiegebied

#### Veranderingen in voedselbronnen

De bouw van windturbineparken kan de voedselbronnen beïnvloeden, waardoor de gebieden minder aantrekkelijk kunnen worden voor zeezoogdieren, gedurende de constructiefase. Door Bach *et al.* (2000) werd verondersteld dat gedurende de constructiefase de vispopulaties van vooral kabeljauw- en haringachtigen binnen het windturbinepark en in de onmiddellijke omgeving ervan zal afnemen. Kabeljauwachtigen en haringachtigen vormen de belangrijkste voedselbron voor Bruinvissen. Zeezoogdieren kunnen daardoor het gebied verlaten, omdat het tijdens de constructiefase niet langer geschikt is om er voedsel te zoeken of als broedgebied (Elsam Engineering & ENERGI E2, 2005). Gedwongen verplaatsingen van Bruinvissen naar gebieden die qua voedselvoorziening minder geschikt zijn, kunnen zeer schadelijk zijn voor Bruinvissen, gezien ze niet lang zonder voedsel kunnen. Indien ze niet genoeg voedsel kunnen bemachtigen, wordt de vetreserve aangesproken. Dit maakt het in theorie mogelijk om 3 tot 5 dagen te kunnen overleven, afhankelijk van de initiële fysische toestand van het dier. Gezien de vetreserve ook gebruikt wordt bij thermoregulatie kan een dier echter sterven door hypothermie vóór de volledige vetreserve aangesproken werd, waardoor de levensverwachting van een Bruinvis 3 dagen is bij 20°C (Kastelein *et al.*, 1997). De reductie in prooivispopulatie zal waarschijnlijk tijdelijk zijn: de voedselbronnen kunnen zich herstellen wanneer de constructie van het windturbinepark is afgerond (Bach *et al.*, 2000). Er wordt verwacht dat zeezoogdieren na het herstel van de voedselbronnen terug zullen keren naar het windturbinepark.

#### Verstoring (geluid en trillingen)

De constructiefase van het windturbinepark op de Bank Zonder Naam wordt voornamelijk gespreid over 2 werkbare periodes (globaal april tot en met oktober). Bruinvissen worden vooral waargenomen in de periode 1 januari – 30 april. Het is dus aannemelijk dat zeezoogdieren verstoord kunnen worden in periode april door de bouw van zowel de windturbines als de aanleg van de kabels. Dit als gevolg van toenemende turbiditeit van het water, onderwaterbewegingen, geluid en andere activiteiten op de zeebodem. Het zijn hoofdzakelijk de aanwezigheid van schepen (druk scheepsverkeer), machines, geluiden en trillingen die een negatieve impact hebben op zeezoogdieren. Er wordt verwacht dat zeezoogdieren daardoor de site waar de constructieactiviteiten plaatsvinden en de onmiddellijke omgeving ervan zullen verlaten en de site tijdelijk zullen mijden. Gedwongen verplaatsingen naar gebieden die qua voedselvoorziening minder geschikt zijn, kunnen zeer schadelijk zijn voor Bruinvissen, gezien ze niet lang zonder voedsel kunnen (zie hoger). Het uitvoeren van werkzaamheden, die gepaard gaan met een verhoging van onderwatergeluid en trillingen, gebeurt daarom best buiten de periodes met verhoogde kansen op aanwezigheid van Bruinvissen. Omdat deze impact slechts tijdelijk is, wordt verwacht dat de zeezoogdieren na het beëindigen van de constructiefase terug zullen keren naar het windturbinepark (o.a. DIFRES, 2000; Bach *et al.*, 2000; Elsam Engineering & ENERGI E2, 2005). Het is niet mogelijk te voorspellen hoe lang zeezoogdieren afwezig zullen zijn, of in lagere aantallen zullen voorkomen na de werken.

Het is onvermijdelijk dat er tijdens de constructiefase een verstoring van zeezoogdieren zal optreden. Tijdens de constructiefase zullen de verschillende bouwactiviteiten (toenemende scheepvaart, helikopterverkeer,...) een verhoging van het onderwatergeluid en trillingen met zich meebrengen. Het geluid gegenereerd door deze geluidsbronnen bestaat voornamelijk uit lage geluidsfrequenties, meestal beneden 1 kHz. Dit geluid is vergelijkbaar met het reeds bestaand geluid van antropogene oorsprong zonder de windturbines. Er wordt verwacht dat dit de echolocatiemogelijkheden van zeezoogdieren (zoals vb. Bruinvissen) niet zal beïnvloeden (DIFRES, 2000). Het heien van monopalen met hydraulische hamers daarentegen produceert een geluid dat vooral bestaat uit lagere frequenties en dat een zeer hoge

intensiteit kan hebben. Het kan dus tot op grote afstand hoorbaar zijn voor zeezoogdieren (Dolman *et al.*, 2003; Henriksen *et al.*, 2003). Er bestaat geen algemeen aanvaarde drempelwaarde van geluidsniveau waarbij zeezoogdieren fysische schade ondervinden. De effecten op zeezoogdieren variëren van verstoring (tot op tientallen km van de werf) tot blijvende fysische schade (binnen enkele honderden m van de werf) en mogelijk zelfs de dood. Een ander aspect van de impact van het geluid op organismen is de duur van het geluid: blootstelling van een kortere duur veroorzaakt minder schade dan een langere blootstelling aan hetzelfde geluidsniveau (BMM, 2007c). Bruinvissen en zeehonden zijn in staat het heien van palen te horen tot op 80 km, of zelfs honderden kilometers van de bron. Waarschijnlijk tot op meer dan 20 km van de bron kunnen storingen in hun gedrag verwacht worden. Gehoorverlies kan optreden op 1,8 km van de bron bij Bruinvissen en op 400 m bij zeehonden (Thomsen *et al.*, 2006). Een recente studie echter door Lucke *et al.* (2007) toonde aan dat Bruinvissen veel gevoeliger zijn voor geluid (lagere dan verwachte geluidsbronnen veroorzaakten reeds tijdelijke gehoorschade), en dus veel kwetsbaarder dan de zeezoogdieren die in de meeste experimentele opstellingen gebruikt worden. Zeehonden zijn volgens de meeste onderzoekers minder gevoelig voor geluid dan Bruinvissen (Gordon *et al.*, 2007). Bovendien verblijven zeehonden overwegend dicht bij de kust, waar zich rustplaatsen en kolonies bevinden, en zijn ze minder frequent aanwezig verder op zee, waaronder in de werkzone van het windturbinepark. Gezien de afstand tot de Nederlandse Delta waar de dichtste kolonies zich bevinden, kan niet verwacht worden dat fysische schade of verstoring zal veroorzaakt worden bij de zeehonden die zich in dat gebied bevinden. Het is evenwel te verwachten dat het geluid veroorzaakt door het heien voor zeehonden in een zeer ruim gebied rond de bouwwerf hoorbaar zal zijn (BMM, 2007c). Op basis van deze literatuurbronnen kan er aangenomen worden dat het heien van palen in de nabijheid van het projectgebied een significant negatief effect kan hebben op Bruinvissen. Om gehoorschade bij de zeezoogdieren ten gevolge van het heien van palen te vermijden, werden bij de bouw van de windturbineparken Horns Rev en Nysted (Denemarken) 'pingers' en 'seal scares' gebruikt (Elsam Engineering & ENERGI E2, 2005). Het zijn toestellen die geluiden produceren die Bruinvissen en zeehonden afschrikken. Gezien de geluidsniveaus die tijdens de constructiefase kunnen verwacht worden, en de mogelijke effecten op zeezoogdieren, dienen een aantal mitigerende maatregelen te worden genomen indien geheid wordt en dient er een monitoring van de effecten te worden uitgevoerd (zie verder).

Uit recente monitoringstudies van de windturbineparken Horns Rev (Tougaard *et al.*, 2006a; Tougaard *et al.*, 2006b; Vattenfall A/S, 2006) en Nysted (Tougaard *et al.*, 2006c; Teilmann *et al.*, 2006c; Teilmann *et al.*, 2005; Edrén *et al.*, 2005) bleek dat er geen veranderingen werden waargenomen in het gedrag van zeehonden tijdens de constructiefase. Het enige negatieve effect op zeehonden werd vastgesteld tijdens het heien van de monopalen: op Horns Rev werden er geen zeehonden waargenomen in en enkele kilometers buiten het windturbinepark op de dagen dat het heien van palen werd uitgevoerd. De zeehonden bleven weg uit de bouwwerfzone als gevolg van de zeer hoge geluidsniveaus onder water, die opgewekt werden door het heien van de palen en de gebruikte afweermechanismen. Bij beide windturbineparken werd ook een groot effect op Bruinvissen vastgesteld bij het heien van de palen. Het effect van het heien van de palen was waarneembaar tot minstens 25 km van de bouwwerf. De impact op de akoestische activiteit van Bruinvissen bleek echter van korte duur: ongeveer 3 à 4 uur na het beëindigen van het heien van de palen werd terug een normale akoestische activiteit bij de Bruinvissen vastgesteld. Na het eind van de bouwperiode keerde de echolocatieactiviteit van de Bruinvissen nagenoeg volledig terug tot op het niveau van voor de constructie. Tijdens de constructiefase van het windturbinepark Horns Rev werd verder een lichte terugval in de abundantie van Bruinvissen vastgesteld. Bij het offshore windturbinepark Nysted werd een duidelijke afname in de echolocatieactiviteit van de Bruinvissen vastgesteld gedurende de constructiefase: er werden heel wat minder Bruinvissen waargenomen in de werkzone, maar ook in een zone van 10 km rond het gebied en deze die aanwezig waren vertoonden een afwijkend akoestisch gedrag. Tougaard *et al.* (2003) kwam eveneens tot de vaststelling dat er tijdens het heien van de palen over een afstand van 15 km van de bron een wijziging optrad in de gedragingen van de Bruinvis: van het niet-gericht zwemmen gelinkt aan het zoeken naar voedsel naar het gericht zwemmen wat meestal geassocieerd wordt aan het vermijden. Nedwell *et al.* (2003) berekende op basis van waargenomen reactievermogens ter hoogte van Greater Gabbard de zone



waarbinnen Bruinvissen een afschrikbeweging zou vertonen bij het inheien van palen met een diameter van 6 m. Het vermijdingsgedrag van Bruinvissen zou namelijk mede bepaald worden door de diameter van de structuren die ingeheid moeten worden. Op basis van deze berekening zouden Bruinvissen binnen een zone van 94 km een afschrikreactie vertonen.

In tegenstelling tot monopalen worden bij gravitaire funderingen geen palen geheid, waardoor er geen 'impulsieve' geluiden van een hoog geluidsniveau geproduceerd worden. Voor de installatie van gravitaire funderingen zullen wel grote volumes sediment moeten gebaggerd worden. Hoewel het niveau van het onderwatergeluid, veroorzaakt door baggerschepen, tamelijk hoog is, kan het niet beschouwd worden als een 'impulsieve' of acute bron, eerder als een 'continue', 'coherente', bron. Gezien de karakteristieken van de geluidsbron, het zeer plaatselijke karakter van de werken en de grote mobiliteit van de zeezoogdieren, valt niet te verwachten dat belangrijke en langdurige negatieve effecten (onder de vorm van verstoring) te verwachten zijn, of dat de effecten belangrijker zijn dan bij het gebruik van monopalen. Het valt te verwachten dat de mogelijke gevolgen voor zeezoogdieren tijdens de constructiefase minder negatief zullen zijn bij het plaatsen van een gravitaire fundering tegenover een monopaal, gezien het heien van palen niet zal plaatsvinden (BMM, 2006a).

Gezien de duur, gespreid over 2 werkbare periodes, (globaal periode april – oktober) en de beperkte, ruimtelijke spreiding van de werkzaamheden, de mobiliteit van zeezoogdieren en de huidige aantallen waargenomen zeezoogdieren op het BDNZ, zal de invloed van de werken tijdens de constructiefase beperkt zijn en niet permanent. Aangezien we te maken hebben met reeds druk bevaren scheepsroutes op het BDNZ verwachten we geen bijkomende negatieve effecten van scheepsbewegingen en de aanwezigheid van machines tijdens de bouw van het windturbinepark (Stienen *et al.*, 2002). Heiwerkzaamheden kunnen in de nabijheid van de bouwzone een significant negatief effect hebben op zowel Bruinvissen als zeehonden. Niettegenstaande dit effect van korte duur is, wordt het bij het aanwenden van deze methode toch nodig geacht om als milderende maatregel tijdelijke afschrikmechanismen te voorzien, om de kans op gehoorschade bij zeezoogdieren zo minimaal mogelijk te houden. Aangezien België in het kader van ASCOBANS aanvaard heeft dat het zou streven naar het vermijden van significante verstoring, in het bijzonder van akoestische aard, zijn deze preventieve maatregelen vereist. Indien met deze milderende maatregel rekening wordt gehouden, wordt het effect van het heien van palen op zeezoogdieren als gering negatief beschouwd.

## **B. Uitgebreide concessiegebied**

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar paragraaf A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

### **Besluit**

Samenvattend (Tabel 4.6.19) worden de effecten (zowel oorspronkelijke als uitgebreide concessiegebied) gedurende de constructiefase op de zeezoogdieren die voorkomen op het BDNZ voor de verschillende funderingstypes en windturbinegroottes met elkaar vergeleken. Waarschijnlijk zullen zeezoogdieren tijdens de werkzaamheden in het gebied (heien, baggeren, storten van erosiebescherming,...) grotendeels ontbreken en zal ook de dichtheid aan prooi-soorten voor zeezoogdieren in de omgeving van de bouwwerf verlaagd zijn. De belangrijkste effecten tijdens de constructiefase zullen zich hoogstwaarschijnlijk situeren bij het heien van palen (windturbines, windmeetmast(en), transformatorplatform). Ondanks het feit dat bepaalde effecten als significant worden ingeschat voor bepaalde funderingstypes, is de relatieve impact ten opzichte van de windconcessie zone op het Belgische deel van de Noordzee slechts tijdelijk (bouw gespreid over 2 werkbare periodes; globaal periode april – oktober), beperkt in omvang (0,25 % van BDNZ bij het oorspronkelijke concessiegebied en 0,40 % bij het uitgebreide concessiegebied) en bijgevolg aanvaardbaar voor alle funderingstypes. Wel moeten bij het heien van de palen preventieve maatregelen genomen worden. Indien met deze milderende maatregelen rekening wordt gehouden, wordt het significant negatief effect van het heien van palen op zeezoogdieren als gering negatief beschouwd.

**Tabel 4.6.19: Effecten op zeezoogdieren tijdens de constructiefase bij de verschillende types funderingen en windturbinegroottes (significant positief (++)), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--)).**

	Monopile		Multipode/Jack et		Gravitaire fundering	
	3MW	7MW	3MW	7MW	3MW	7MW
Verstoring, geluidseffect (heien, scheepvaart, baggeren)	--	--	--	--	0/-	0/-
Veranderingen in voedselbronnen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

## EXPLOITATIEFASE

### A. Oorspronkelijke concessiegebied

#### Trillingen en geluiden

Zeezoogdieren (dolfijnen, Bruinvissen) bezitten een geavanceerd sonarsysteem dat hun toelaat te navigeren en te jagen zonder gebruik te maken van andere zintuigen (echolocatie). In troebel water is dit absoluut noodzakelijk voor de overleving. Deze echolocatie zou verstoord kunnen worden door het geluid afkomstig van de operationele windturbines (Bach *et al.*, 2000). Gedurende de exploitatiefase zullen de windturbines nl. geluid produceren in de lucht en via de windturbine en de fundering ook in het water. Het geluid gemeten onder water dat afkomstig is van de windturbine levert een verwaarloosbare bijdrage aan het onderwatergeluid (Elsam Engineering & ENERGI E2, 2005).

Geluiden in de operationele fase zullen dus waarschijnlijk een impact hebben, maar de effecten zullen waarschijnlijk gering zijn (Bach *et al.*, 2000, Dolman *et al.*, 2003). Het geluid van operationele windturbines kan hoorbaar zijn voor Bruinvissen tot op een afstand van ongeveer 50 m (Henriksen *et al.*, 2003), voor zeehonden tot een afstand van 1 km (Dolman *et al.*, 2003). Grotere turbines zullen een ander geluidsspectrum en waarschijnlijk ook hogere geluidsniveaus produceren. Uit studies met het (gesimuleerde) geluid van een 2 MW turbine leidde men af dat Bruinvissen het geluid hoorden, maar dat ze geen gedrag gerelateerd aan een vluchtreactie, angst of paniek vertoonden. Ze waren voorzichtig, maar benaderden en exploreerden zelfs de geluidsbron (Koschinski *et al.*, 2003). Wat het effect van grotere turbines op zeezoogdieren zal zijn, kan nu nog niet ingeschat worden.

Uit recente monitoringstudies van het windturbinepark Horns Rev in Denemarken (Tougaard *et al.*, 2006a; Tougaard *et al.*, 2006b; Vattenfall A/S, 2006) bleek dat het onderwatergeluid geproduceerd door 80 windturbines van elk 1,8 MW geen impact had op Bruinvissen tijdens de exploitatiefase. Tijdens de exploitatiefase zullen de windturbines ook trillingen uitzenden aan de omgeving en dit kan een impact hebben op bodemfauna, vissen en zeezoogdieren die zich in de nabijheid van de fundering bevinden. Tot nog toe werd dit type van impact nog niet behoorlijk onderzocht en de kennis over dit onderwerp is erg beperkt (Elsam Engineering & ENERGI E2, 2005).

Het effect van geluid en trillingen geproduceerd door de geplande windturbines van een minimum 3 MW tot maximum 7 MW op de Bank Zonder Naam kan nu nog niet ingeschat worden, en het is zeer moeilijk, zoniet onmogelijk, dit te voorspellen. Bovendien is dit geluid afhankelijk van de locatie (type ondergrond, waterdiepte, ...), het type fundering, de windsnelheid. Het valt echter niet te verwachten dat de effecten merkbaar zullen zijn over een grote afstand en dat ze, gezien hun continu niveau, een verstorend effect zullen hebben voor zeezoogdieren in de onmiddellijke omgeving van het park. Meer acute effecten, zoals

trauma's of sterfte, kunnen niet verwacht worden. Eventueel kan gewenning optreden. Secundaire effecten kunnen ontstaan door het verstoren van de prooien van zeezoogdieren in en om het park. Dit is een hiaat in de kennis.

### Fysische aanwezigheid windturbinepark

De windturbines zijn grote constructies die de fysische karakteristieken van de omgeving opmerkelijk veranderen. Dit kan een impact hebben op bepaalde dieren: vermindering in gebruik van het gebied of het verlaten van het gebied. De fysische aanwezigheid van de windturbines kan ook dieren aantrekken, die het als rustplaats kunnen gebruiken of als verdediging tegen predatoren (Elsam Engineering & ENERGI E2, 2005).

Observaties in het offshore windturbinepark bij Vindeby en Tunø Knob (Denemarken) tonen aan dat Bruinvissen niet verstoord werden door de fysische aanwezigheid van de windturbines wanneer deze niet actief zijn. Eventueel kunnen Bruinvissen wel verstoord worden door werkende windturbines, vb. door het draaien van de windturbinebladen en/of door de reflectie van het licht (Bach *et al.*, 2000).

Op het offshore windturbinepark Nysted (Tougaard *et al.*, 2006c; Teilmann *et al.*, 2006c; Teilmann *et al.*, 2005; Edrén *et al.*, 2005) werd wel een duidelijke afname in de echolocatie activiteit van de Bruinvissen vastgesteld gedurende de exploitatie van het park: er werden minder Bruinvissen waargenomen in het windturbinepark dan er buiten. Er wordt verondersteld dat één van de mogelijke redenen de visuele impact van de roterende wieken kan zijn.

Dietz *et al.* (2000) geven aan dat de fysische aanwezigheid van windturbines vooral van belang is voor zeehonden. Reflectie van windturbines in de zon en de schaduwen van de roterende wieken kunnen in het begin zeehonden afschrikken, maar op termijn zullen ze waarschijnlijk gewoon worden aan deze vorm van verstoring.

Het effect van de fysische aanwezigheid van het windturbinepark op zeezoogdieren zal waarschijnlijk verwaarloosbaar zijn. Er zal waarschijnlijk gewenning optreden. Verder wordt er niet verwacht dat de fysische aanwezigheid van de kabels, ingegraven in de zeebodem, enige veranderingen zullen veroorzaken in de abundantie van zeezoogdieren.

### Verstoring door onderhoudswerken

Tijdens het onderhoud van het windturbinepark kan een verstoring van de zeezoogdieren optreden. Mensen die het windturbinepark binnenkomen om onderhoudswerken uit te voeren, vliegtuigen en helikopters die op lage hoogte vliegen, een toename in het scheepsverkeer, ... kunnen de daar levende dieren verstoren. Een toename in scheepsbewegingen ten behoeve van onderhoud zal bij kleine, snelle boten meer verstoring teweeg brengen dan bij zwaar, regelmatig bootverkeer (Bach *et al.*, 2000; Dietz *et al.*, 2000; Elsam Engineering & ENERGI E2, 2005).

Uit recente monitoringstudies van de windturbineparken Horns Rev (Tougaard *et al.*, 2006a; Tougaard *et al.*, 2006b; Vattenfall A/S, 2006) werd er gedurende 2 jaar exploitatie geen effect vastgesteld op de abundantie van Bruinvissen. Op het offshore windturbinepark Nysted (Tougaard *et al.*, 2006c; Teilmann *et al.*, 2006c; Teilmann *et al.*, 2005; Edrén *et al.*, 2005) werd wel een duidelijke afname in de echolocatie activiteit van de Bruinvissen vastgesteld gedurende de exploitatie van het park: er werden minder Bruinvissen waargenomen in het windturbinepark dan er buiten. De mogelijke reden voor dit effect is waarschijnlijk te wijten aan een directe verstoring tijdens de exploitatie (geluid en andere verstoringen van vb. onderhoudsschepen of visuele impact van de roterende wieken) of indirect via een beïnvloeding van hun prooien. Dit effect blijft nog steeds bestaan na 2 jaar van exploitatie, maar met indicaties van een traag, gradueel herstel. Er werden bij de exploitatie van beide windturbineparken geen veranderingen waargenomen in het gedrag van zeehonden bij de exploitatie.

Er wordt verwacht dat onderhoudsactiviteiten een verstorend effect zullen hebben. Dit effect wordt als gering negatief beoordeeld omwille van zijn tijdelijke aard en omwille van de beperkte zone op het BDNZ (zowel bij het oorspronkelijke concessiegebied als bij het uitgebreide concessiegebied) die zal beïnvloed worden. Bovendien kan er verwacht worden dat zeezoogdieren enige gewenning zullen vertonen ten opzichte van de onderhoudsactiviteiten binnen het windturbinepark.

### Veranderingen in voedselbronnen

Bij de constructie van een windturbinepark wordt door Bach *et al.* (2000) een afname van de vispopulatie verwacht. Er wordt echter geen permanente afname in de voedselbronnen verwacht. Tijdens de exploitatiefase kan er eventueel een toename optreden van zeezoogdieren in het park of in de omgeving van het park, door het wegvallen van visserij in het gebied, door het beschikbaar zijn van meer voedsel, en door het beschikbaar komen van andere voedselbronnen. Zo kan nl. door het plaatsen van de funderingen en erosiebescherming een nieuw, artificieel, hard substraat gecreëerd worden. Dit kan dan gekoloniseerd worden door epifauna en flora, waardoor de voedselbeschikbaarheid voor prooivissen toeneemt. Op zijn beurt kan dit leiden tot een toename van de voedselbeschikbaarheid voor zeezoogdieren (Elsam Engineering & ENERGI E2, 2005). Bovendien kan een gedeelte van de constructies (vb. aanmeerplatform) eventueel tijdelijk gedurende de getijdencyclus, een rustplaats vormen voor zeehonden (hoewel het evengoed kan zijn dat geen geschikte plaats aanwezig is op deze constructies) (BMM, 2004).

Eventueel kan men verwachten dat meer zeezoogdieren aangetrokken worden rond een gravitaire fundering in vergelijking met een monopile en een multipode/jacket, doordat vermoedelijk meer vissen worden aangetrokken bij een gravitaire fundering.

Of de bouw van de windturbineparken Horns Rev en Nysted in Denemarken een positief effect hadden op zeezoogdieren door vb. het creëren van een kunstmatige rotsbank die dan meer vissen en dus ook meer zeezoogdieren aantrekt, moet nog onderzocht worden.

### **B. Uitgebreide concessiegebied**

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar paragraaf A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

### **Besluit**

Samenvattend (Tabel 4.6.20) worden de effecten (zowel oorspronkelijke als uitgebreide concessiegebied) gedurende de exploitatiefase op de zeezoogdieren die voorkomen op het BDNZ voor de verschillende funderingstypes en windturbinegroottes met elkaar vergeleken. Tijdens de exploitatiefase kan verwacht worden dat de effecten van het onderwatergeluid op zeezoogdieren gering zullen zijn, gezien de voorlopige gegevens uit het buitenland, hoewel dit grotendeels als een hiaat in de kennis kan beschouwd worden. De aanwezigheid van de windturbines en de vermindering van visserij in het gebied kan een verandering teweegbrengen in het voedselaanbod voor zeezoogdieren. Ondanks het feit dat voor bepaalde funderingstypes het effect als matig wordt ingeschat, is de relatieve impact ten opzichte van de windconcessie zone op het Belgische Deel van de Noordzee aanvaardbaar voor alle varianten. Het totale effect tijdens de exploitatiefase op zeezoogdieren wordt als gering negatief ingeschat. Maar aangezien de mogelijke effecten chronisch kunnen zijn gedurende een lange periode, dient een monitoring van deze effecten in een monitoringplan te worden opgenomen.

**Tabel 4.6.20: Effecten op zeezoogdieren tijdens de exploitatiefase bij de verschillende types funderingen en windturbinegroottes (significant positief (++), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--)).**

	Monopile		Multipode/Jack et		Gravitaire fundering	
	3MW	7MW	3MW	7MW	3MW	7MW
Trillingen, geluid	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Fysische aanwezigheid windturbinepark	0	0	0	0	0	0
Verstoring door onderhoudswerken	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Veranderingen in voedselbronnen	0/+	0/+	0/+	0/+	+	+

## ONTMANTELINGSFASE

### A. Oorspronkelijke concessiegebied

Er wordt verwacht dat de effecten tijdens de ontmantelingfase in een worst case scenario van dezelfde aard zullen zijn als deze tijdens de constructiefase: er zal een verstoring van de zeezoogdieren optreden. Echter doordat er tijdens de ontmantelingsfase niet geheid en gebaggerd zal worden en de harde substraten normaliter worden achtergelaten, zal die verstoring een minder negatief effect hebben dan in de constructiefase.

Tijdens de ontmantelingsfase wordt het effect op zeezoogdieren daarom als gering negatief (0/-) ingeschat.

### B. Uitgebreide concessiegebied

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar paragraaf A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

## BEKABELING

### A. Oorspronkelijke concessiegebied

Tijdens de constructiefase worden de kabels in de bodem ingegraven om beschadigingen te voorkomen. Het maken van de sleuf (1 m diep) zal gebeuren hetzij via een ploeg, hetzij via jetting waarbij gebruik gemaakt wordt van een hoge druk straal om een sleuf in de zeebodem te spuiten. Simultaan met het inleggen van de kabel gebeurt het bedekken met zandig sediment. Het aanleggen van de kabels kan een tijdelijk effect hebben op zeezoogdieren. Potentiële effecten op zeezoogdieren kunnen zijn (BERR, 2008): aanvaring van de zeezoogdieren met de vaartuigen die de kabels leggen, geluid en visuele verstoring van de vaartuigen en de graafwerken (ploeg, jetting), aanraking met accidentele lozingen van brandstoffen en chemicaliën, het verstremgeld raken in de kabels. Deze effecten zijn echter tijdelijk, beperkt in omvang en wordt daardoor als gering negatief beschouwd. Na het leggen van de kabel zal de omgeving zich herstellen.

Tijdens de exploitatiefase zullen de kabels die het windturbinepark met de kust verbinden een artificieel elektromagnetisch veld genereren, dat zou kunnen interfereren met de oriëntatiemechanismen van de zeezoogdieren. De kennis over de impact van elektromagnetische velden op zeezoogdieren is beperkt. Echter door de configuratie van drie aders in één kabel zullen de elektromagnetische velden elkaar grotendeels opheffen. De resterende veldsterkte wordt verder gereduceerd door de staalband en de ingraafdiepte van min. 1 m (BMM, 2007c). Berekeningen van het magnetisch veld opgewekt door kabels, 1 m onder de zeebodem begraven, toonden aan dat het magnetisch veld direct boven de kabels (< 1 m) minder zal zijn dan het natuurlijk voorkomend geomagnetisch veld (DIFRES, 2000; Eltra, 2000; Bach *et*

al., 2000; Elsam Engineering & ENERGI E2, 2005). Daardoor lijkt het niet waarschijnlijk dat de magnetische velden opgewekt door de ingegraven kabels een waarneembaar effect zullen hebben op zeezoogdieren.

Het effect van de bekabeling (constructie- en exploitatiefase) op de zeezoogdieren die tot de marine fauna van het BDNZ gerekend worden, wordt als gering negatief ingeschat.

## **B. Uitgebreide concessiegebied**

Voor een beschrijving van de effecten wordt verwezen naar paragraaf A, aangezien de aard en significantie van de effecten volledig gelijkaardig zijn.

## **BESLUIT**

Tijdens de constructiefase kunnen er potentieel negatieve effecten optreden (heien van palen, veranderingen in voedselbronnen). Deze effecten kunnen ervoor zorgen dat zeezoogdieren het gebied waar de werkzaamheden plaatsvinden verlaten. Mits het naleven van de voorgestelde mitigerende maatregelen zijn de effecten tijdens de constructiefase gering negatief. Verder is het effect tijdelijk (gespreid over 2 werkbare periodes) en beperkt in omvang (0,25 % van het BDNZ bij het oorspronkelijke concessiegebied en 0,40 % bij het uitgebreide concessiegebied). Omdat deze impact slechts tijdelijk is, wordt verwacht dat zeezoogdieren na het beëindigen van de constructiefase terug zullen keren naar het windturbinepark.

Tijdens de exploitatiefase wordt verwacht dat de effecten op zeezoogdieren (trillingen, geluiden, verstoring door onderhoudswerken, veranderingen in voedselbronnen) gering zullen zijn, maar gezien ze chronisch zijn gedurende een lange periode, dient een monitoring van deze effecten te gebeuren.

Er wordt verwacht dat de effecten tijdens de ontmantelingfase in een worst case scenario van dezelfde aard zullen zijn als deze tijdens de constructiefase. Het effect op zeezoogdieren wordt als gering negatief ingeschat.

Het effect van de bekabeling op de zeezoogdieren die tot de marine fauna van het BDNZ gerekend worden, mag als gering negatief beschouwd worden.

Mits het naleven van de voorwaarden is de aanleg van het windturbinepark op de Bank Zonder Naam dus aanvaardbaar voor wat betreft de potentiële effecten op zeezoogdieren in de Belgische zeegebieden als deze in de Nederlandse wateren (incl. Voordelta).

### **4.6.3.5 Leemten in de kennis**

Wat betreft de zeezoogdieren, is er vrij weinig informatie voorhanden over de werkelijke effecten van onderwatergeluid en trillingen, veroorzaakt door de constructie en exploitatie van windturbines van dergelijke omvang, op mariene zoogdiersoorten. Ook is de kennis over de impact van elektromagnetische velden op zeezoogdieren beperkt.

### **4.6.3.6 Mitigerende maatregelen en compensaties**

Niettegenstaande de beperkte aanwezigheid van zeezoogdieren in de buurt van het project, worden er aanbevelingen en voorwaarden voorgesteld (BMM, 2007c):

- Er wordt aanbevolen om de palen indien technisch mogelijk niet te heien, maar te trillen (vibro-piling);

- Er wordt aanbevolen om de periode waarin de palen geheid worden zo kort mogelijk te houden, en dus niet over een lange periode te spreiden.
- Om te vermijden dat tijdens het heien van de palen blijvende gehoorschade aangericht wordt bij zeezoogdieren die zich in de nabijheid zouden kunnen bevinden, moeten preventieve maatregelen genomen worden. Omwille van de internationale verplichtingen (Europese Habitatrichtlijn Bijlage II, IV en ASCOBANS) zijn deze preventieve maatregelen niet 'aangewezen', maar 'vereist' (BMM, 2007c):
  - Er moet tenminste één akoestisch afschrikmiddel gebruikt worden met een maximaal brongeluidsniveau van 175-195 dB vanaf een uur vóór de aanvang van de heiwerkzaamheden tot de aanvang van de heiwerkzaamheden. Dit toestel moet op ten hoogste 200 m van de plaats van het heien in het water geplaatst worden.
  - De heiwerkzaamheden dienen aan te vangen met een 'ramp-up' procedure: de eerste heislagen worden met een minimale kracht gegeven en de kracht wordt langzaam opgebouwd, zodat het maximale geluidsniveau pas na een half uur of een uur bereikt wordt.

Indien zou blijken dat bij bepaalde stappen in het proces van het plaatsen van de funderingen geluiden zouden ontstaan die vergelijkbaar zijn met deze die ontstaan bij het heien van monopalen of die potentieel gevaarlijk zijn voor zeezoogdieren, dan moeten ook de bovenbeschreven maatregelen toegepast worden.

Er worden geen compensaties voorgesteld.

#### **4.6.3.7 Monitoring**

Omwille van de internationale verplichtingen (Europese Habitatrichtlijn Bijlage II, IV en ASCOBANS) is een monitoring van de effecten vereist (BMM, 2007c).

Een degelijke monitoring van de effecten van de bouw en exploitatie van een windturbinepark op zee is noodzakelijk. Het is vooral belangrijk om de mogelijke effecten op de verspreiding van Bruinvissen vast te stellen.

Het is van groot belang dat de monitoring geluid en de monitoring zeezoogdieren gezamenlijk geïnterpreteerd worden bij de rapportage. Er moet nagegaan worden of er correlaties zijn tussen het geluid en de effecten op de zeezoogdieren. Zo kunnen eventuele oorzaak-effect relaties worden aangetoond.

Voor de monitoring wordt verwezen naar het voorgestelde, gedetailleerde monitoringplan voor Belwind dat door de BMM werd geadviseerd (BMM, 2007c).

#### **4.6.4 Passende beoordeling**

##### **4.6.4.1 Juridisch kader**

Het beleid van de Europese Commissie is erop gericht om de biologische diversiteit in stand te houden. Belangrijke peilers waarop deze bescherming steunt, zijn de Vogel (79/409/EEG)- en Habitatrichtlijnen (92/43/EEG). Om de doelstellingen binnen deze richtlijnen te realiseren worden de Lidstaten verplicht om naast algemene beschermingsmaatregelen, ook speciale beschermingszones af te bakenen en er een gepast beheer te voeren. Deze vormen samen een ecologisch netwerk van beschermde gebieden in een Europees verband: het Natura 2000 netwerk.

Deze Europese richtlijnen werden nationaal bekrachtigd door de Wet ter bescherming van het mariene milieu onder de rechtsbevoegdheid van België (20/01/1999). In art. 7 wordt gespecificeerd dat de Koning

speciale beschermingszones (SBZ-V) of speciale zones voor natuurbehoud (SBZ-H) bestemd voor de instandhouding van zekere mariene habitats of bijzondere soorten.

Een verdere vertaling van de Europese richtlijnen en de Wet Mariene Milieu vond plaats in volgende Koninklijke Besluiten:

- Het KB van 21 december 2001 betreffende de bescherming van de soorten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België.
- Het KB van 14 oktober 2005 betreffende de instelling van speciale beschermingszones en speciale zones voor natuurbehoud in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België.
- Het KB van 5 maart 2006 tot instelling van een gericht marien reservaat, de "Baai van Heist".

Voor een gedetailleerde bespreking van het juridische kader wordt verwezen naar hoofdstuk 1 (paragraaf 1.3.).

Hoewel het concessiegebied van het windturbinepark zich niet binnen één van de afgebakende beschermde gebieden valt, kruist het kabeltracé met aanlanding te Zeebrugge de speciale beschermingszone SBZ-3 of kan mogelijk een negatief effect uitoefenen op één van de beschermde gebieden.

Op basis van het KB 14/10/2005 (art. 6) en KB 05/03/06 (art. 6) dient een passende beoordeling opgemaakt te worden voor de aanleg van het kabeltracé daar zij mogelijk significante gevolgen kan hebben voor het gebied. De passende beoordeling dient rekening te houden met de instandhoudingsdoelstellingen van het betrokken gebied. Indien uit de passende beoordeling blijkt dat het project een significant negatieve invloed kan hebben op het beschermde gebied moet in de eerste plaats gezocht worden naar alternatieve oplossingen. Indien er geen alternatieve oplossingen voorhanden zijn, dient aangetoond te worden dat het project wordt uitgevoerd om dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard het openbaar nut en kan mits de nodige compenserende maatregelen eventueel toch een toestemming verleend worden.

#### **4.6.4.2 Beschermde gebieden: afbakening en aanmeldingscriteria**

De ligging van de relevante (in de nabijheid van projectgebied, studiegebied of mogelijk bouwterrein) beschermde gebieden voor het Eldepasco project wordt gegeven in Figuur 4.6.34.

**Figuur 4.6.34: Beschermde gebieden relevant voor passende beoordeling**

De habitattypen en soorten waarvoor de gebieden zijn aangemeld worden hieronder besproken per gebied.

### **SPECIALE BESCHERMINGSZONE SBZ-2**

Het gebied is gelegen in de Belgische mariene wateren voor Oostende. Oppervlakte 144,80 km<sup>2</sup>.

Criteria voor aanmelding:

- Broedende Bijlage I – soorten die regelmatig en in voldoende aantallen voorkomen (Vogelrichtlijn artikel 4): Grote Stern (*Sterna sandvicensis*), Visdief (*Sterna hirundo*)
- Geregeld voorkomende trekvogelsoorten die gedurende de onderzochte periode (1992-2002) op een bepaald moment de één percent van hun biogeografische populatie hebben overschreden: Fuut (*Podiceps cristatus*), Dwergmeeuw (*Larus minutus*) en Zwarte Zee-eend (*Melanitta nigra*).



### **SPECIALE BESCHERMINGSZONE SBZ-3**

Het gebied is gelegen in de Belgische mariene wateren voor de haven van Zeebrugge. Oppervlakte 57,71 km<sup>2</sup>.

Criteria voor aanmelding:

- Bijlage I – soorten die regelmatig en in voldoende aantallen voorkomen (Vogelrichtlijn artikel 4): Visdief (*Sterna hirundo*), Grote Stern (*Sterna sandvicensis*).
- Geregeld voorkomende trekvogelsoorten die gedurende de onderzochte periode (1992-2002) op een bepaald moment de één percent van hun biogeografische populatie hebben overschreden: Dwergmeeuw (*Larus minutus*).

### **SPECIALE ZONE VOOR NATUURBEHOUD "VLAKTE VAN DE RAAN"**

Het gebied beslaat een oppervlakte van 19,17 km<sup>2</sup> en heeft een grensoverschrijdend karakter. Het is tevens voorgesteld als speciale zone voor natuurbehoud in het voorstel van de Projectdirectie Ontwikkelingsschets Schelde-estuarium.

Criteria voor aanmelding:

**Bijlage I – typen habitats van communair belang (Habitatrichtlijn): permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken (Habitatype 1110).**

### **GERICHT MARIEN RESERVAAT "BAAI VAN HEIST"**

Het gebied is gelegen in de Belgische mariene wateren aan de oostelijke zijde van de haven van Zeebrugge. Oppervlakte km<sup>2</sup>.

Criteria voor aanmelding:

- Bijlage I – soorten die regelmatig en in voldoende aantallen voorkomen (Vogelrichtlijn artikel 4): Visdief (*Sterna hirundo*)
- Geregeld voorkomende trekvogelsoorten die gedurende de onderzochte periode (1992-2002) op een bepaald moment de één percent van hun biogeografische populatie hebben overschreden: Dwergmeeuw (*Larus minutus*).

#### **4.6.4.3 Natuurwaarden waarvoor het gebied is aangemeld**

Voor de beschrijving van de vogelsoorten die in aanmerking kwamen voor de afbakening van de beschermde mariene gebieden, werd beroep gedaan op de studie "Haelters, J., Vigin, L., Stienen, E.W.M., Scory, S., Kuijken, E. & Jacques, T.G. (2004). Ornithologisch belang van de Belgische zeegebieden. Identificatie van mariene gebieden die in aanmerking komen als Speciale Beschermingszones in uitvoering van de Europese Vogelrichtlijn."

### **PERMANENT MET ZEEWATER VAN GERINGE DIEPTE OVERSTROOMDE ZANDBANKEN (HABITATYPE 1110)**

Het Belgisch deel van de Noordzee (BDNZ) (3600 km<sup>2</sup>) wordt gekenmerkt door een continue afwisseling van diepe (max. diepte 46 m) en ondiepe gebieden. De ondiepe zones zijn zandbanken, terwijl de diepere zones tussen de zandbanken geulen worden genoemd. De diepte van de toppen van de zandbanken varieert van 0 m tot meer dan 10 m bij laag water. Op basis van hun oriëntatie worden in het BDNZ vier zandbanksystemen onderscheiden:

- De Kustbanken (Trapegeer, Broersbank, Smal Bank, Nieuwpoortbank, Stroombank, Wenduinebank en Vlake van de Raan): het meest kustnabije zandbanksysteem dat parallel ligt met de kustlijn en zich uitstrekt tussen het strand en enkele kilometers in zee;
- De Vlaamse banken (Oostdyck, Buiten Ratel, Kwintebank, Middelkerkebank en Oostendebank): een serie van parallelle, zuidwest-noordoost georiënteerde banken op ongeveer 10 tot 30 km uit de kust;
- De Zeelandbanken of Zeeuwse banken (Akkaertbank, Gootebank, Bank Zonder Naam en Thorntonbank): parallel met de kustlijn en op een afstand van 15 tot 30 km;
- De Hinderbanken (Fairy Bank, Westhinder, Noordhinder, Oosthinder en Bligh Bank): de zandbanken zijn west-noordoost georiënteerd en bevinden zich op 35 tot 60 km van de kust.

Het zandbanksysteem wordt gekenmerkt als een hoog dynamisch systeem door de sterke getijdenstromingen en golfwerking. De dynamiek binnen zandbanken treedt grotendeels op in de kruinzones, terwijl de geografische positie van de zandbank zelf niet of nauwelijks wijzigt. Gedurende de voorbije 180 jaar zijn de zandbanken nagenoeg op exact dezelfde plaats blijven liggen (Degraer *et al.*, 2006).

De combinatie van een complexe bathymetrie en hydrodynamiek is verantwoordelijk voor een hoge diversiteit aan sedimenttypes (van zeer fijn slib tot grof zand) en op zijn beurt voor een hoge biologische diversiteit. Voor een bespreking van de biodiversiteit van de Noordzee wordt verwezen naar het hoofdstuk "Fauna en flora".

### **GROTE STERN (*STERNA SANDVICENSIS*)**

In heel Europa broeden, geconcentreerd in een aantal kolonies slechts 53.000 tot 57.000 koppels van de Grote Stern (Delaney & Scott, 2002). Kolonies van meer dan 1.000 koppels zijn uitermate zeldzaam. In de oostelijke Noordzee is de soort in de twintigste eeuw sterk in aantal achteruit gegaan (o.a. door ineenklappen haringbestand) en heeft zich nooit volledig hersteld. Sterke schommelingen in het aantal broedparen zijn eigen aan de soort (Stienen, 2002). Potentiële factoren die het aantal broedparen beïnvloeden zijn veranderingen in voedselbeschikbaarheid, verstoring, verandering in de vegetatie in het broedgebied en veranderingen in andere kolonies (Stienen, 2002). De aanwezigheid van rijke voedselgronden is zeer belangrijk voor het vestigen van kolonies van Grote Stern, en voedselgebrek kan voor een grote sterfte onder de jongen zorgen.

De Grote Stern wordt waargenomen in een zeer ruim gebied, vooral vanaf de laagwaterlijn tot 22 mijl uit de kust. Hoge concentraties worden aangetroffen in het gebied rond de haven van Oostende (SBZ 2) (8 % van de Grote Stern) en in het gebied ten westen van de haveningang van Zeebrugge (SBZ – 3) (4 % van de Grote Stern) (Haelters *et al.*, 2004).

Een belangrijke (én de enige) broedkolonie van Grote Stern bevindt zich in de haven van Zeebrugge. Grote stern foerageren voornamelijk in ondiepe wateren nabij de randen van de zandbanken. Ze voeren foerageervluchten uit tot 40 km van de broedkolonie (Seys, 2001). De soort voedt zich met vis die voorkomt in scholen aan de oppervlakte (sprot, haring, zandspiering) (Haelters *et al.*, 2004).

### **VISDIEF (*STERNA HIRUNDO*)**

De Visdief kwam voor het eerst tot broeden in België in 1960, in het Zwin, een kolonie die nu slechts weinig koppels meer telt. Sinds 1980 broeden Visdieven in de Zeebrugse voorhaven en – in mindere mate – de achterhaven. In de Zeebrugse voorhaven werden piekaantallen bereikt in 2000 en 2003, met respectievelijk 2.260 en 2.535 koppels. Visdieven foerageren gewoonlijk op minder dan 3 tot 5 km van de kolonie in Zeebrugge (Seys *et al.*, 1999; Seys, 2001). Soms worden zeer grote aantallen Visdieven (500 tot 1.000) waargenomen achter in- en uitvarende ferries of zandzuigers die organismen opwervelen (Haelters *et al.*, 2004).

De Visdief komt vooral voor in het meest nabije kustgebied, met een concentratie rond 1) de voorhaven van Zeebrugge (SBZ-3) (32 % van de Visdieven) en 2) de haven van Oostende (SBZ-2) (16 % van de Visdieven) (Haelters *et al.*, 2004).

### **FUUT (*PODICEPS CRISTATUS*)**

De biogeografische populatie van de Fuut is recent toegenomen; de 1 % waarde wordt nu slechts bereikt bij 4.800 dieren (Delaney & Scott, 2002), terwijl dit vroeger reeds bij 1.500 dieren het geval was (Rose & Scott, 1997). De aantallen Futen in Belgische zeegebieden zijn in deze periode evenredig gestegen, zodat er nog steeds meer dan 1 % van de biogeografische populatie voorkomt. Het aantal Futen in Belgische zeegebieden vertoont sterke variaties van jaar tot jaar. Dit is onder meer afhankelijk van weersomstandigheden. Tijdens zeer strenge winterperiodes worden veel Futen die zich op zoete wateren bevinden, gedwongen om op zee te pleisteren. Futen zijn vogels die hun voedsel (vooral vis) zoeken al duikend. Ze zijn afhankelijk van relatief ondiep water. De kuststrook tussen de Panne en Terschelling werd door BirdLife (Skove *et al.*, 1995) aangeduid als van internationaal belang voor deze soort (Haelters *et al.*, 2004).

Futen komen dus voor in het volledige kustgebied, met de hoogste dichtheden binnen de 8 mijl van de kust. Hogere dichtheden worden aangetroffen in volgende gebieden relevant voor dit project: 1) de speciale beschermingszone rond Oostende (SBZ-2) (22 % van de Futen) en 2) de Vlakte van de Raan (9 % van de Futen) (Haelters *et al.*, 2004).

### **DWERGMEEUW (*LARUS MINUTUS*)**

De zuidelijke Noordzee vormt een belangrijk trekgebied voor de Dwergmeeuw, vooral van maart tot april en van september tot november. Een zeer groot percentage van de populatie migreert dan door het nauw van Calais. Slechts een gering deel van de dieren zou effectief in de Noordzee overwinteren (Skov *et al.*, 1995). Ook aan de Belgische kust worden relatief weinig Dwergmeeuwen waargenomen tijdens de wintermaanden (Seys, 2001). Toch werd in december een gemiddelde densiteit vastgesteld van 0,39 vogels per km<sup>2</sup> wat overeenkomt met zo'n 1.370 vogels in de Belgische mariene wateren (> 1 % van de biogeografische populatie). Door BirdLife International (Skove *et al.*, 1995) wordt de noord-Franse tot Deense kust als van internationaal belang voor deze soort beschouwd (Haelters *et al.*, 2004).

Er kan gesteld worden dat de soort zeer verspreid voorkomt in de Belgische zeegebieden, maar vooral binnen de 12 mijlszone. Zowel SBZ-2 (Oostende) als SBZ-3 (Zeebrugge) worden aangeduid als de twee concentratiegebieden voor deze soort (in beide gebieden 5 % van de Dwergmeeuwen) (Haelters *et al.*, 2004).

### **ZWARTE ZEE-EEND (*MELANITTA NIGRA*)**

Het voorkomen van de Zwarte Zee-eenden aan onze kust is reeds lang gekend. Het is een soort die in groepen van soms duizenden individuen voorkomt, en die specifiek is voor de habitat van de ondiepe zandbanken. Het gebied van de Voordelta en de Belgische kust wordt door BirdLife beschouwd als van internationaal belang voor de Zwarte Zee-eend (Skov *et al.*, 1995).

Seys (2001) identificeert in de Belgische mariene wateren drie gebieden met groter belang: het gebied rond de Trapegeer en de Broersbank, het gebied rond de Stroombank, en de Nieuwpoortbank. In het gebied van de Broersbank en de Trapegeer zijn omwille van de dondiepte geen scheepstellingen mogelijk. Ondanks de hoge concentratie van deze soort voor onze kust, benaderen de maximale aantallen slechts zelden 1 % van de biogeografische populatie, zoals voorgesteld door Delaney & Scott (2002). Ander auteurs beschouwen echter de Zwarte Zee-eenden die in West-Europa overwinteren (400.000 dieren) als een aparte populatie, waardoor de 1 % reeds bij 4.000 dieren zou bereikt worden (Camphuysen & Leopold, 1994; Seys *et al.*, 1999). In de jaren 1990 werden verschillende malen

De Zwarte Zee-eend komt zeer geconcentreerd voor binnen de 5-6 mijl uit de kust. De belangrijkste gebieden situeren zich van de Stroombank tot de Nieuwpoortbank (59 % van de Zwarte Zee-eenden), en in beperkte mate rond de centrale Wenduinebank (5 % van de Zwarte Zee-eenden) (Haelters *et al.*, 2004). De afgebakende beschermingszone SBZ-2 wordt dan ook vernoemd in het kader van deze soort.

Voor een gedetailleerde beschrijving van de effecten van kabels wordt verwezen naar de verschillende disciplines en in het bijzonder het luik vogels onder het hoofdstuk "Fauna en flora". Algemeen kan gesteld worden dat het aanleggen van het kabeltracé voor een verstoring zal zorgen door enerzijds de aanwezigheid van schepen en anderzijds de omwoeling van het sediment (jetting). Deze effecten zijn echter tijdelijk en plaatselijk waardoor geen significante gevolgen verwacht worden voor de speciale beschermingszones en het gericht mariene reservaat "Baai van Heist" (art.6, lid 3).

#### 4.6.4.5 Milderende maatregelen

Er wordt voorgesteld om de werken zoveel mogelijk uit te voeren buiten de periodes waarin de hoogste dichtheden (Tabel 4.6.21) worden bereikt in de relevante Belgische mariene gebieden die gelegen zijn in de nabijheid van een mogelijke bouwlocatie of van het voorziene kabeltracé (Tabel 4.6.22). Gezien de Bank Zonder Naam niet dichtbij een Belgisch marien gebied ligt, zijn de werken daar minder relevant in het kader van de passende beoordeling. De voorbereidende werken op land kunnen echter storend zijn voor de speciale beschermingszones SBZ-2 (OO) of SBZ-3 (ZB), afhankelijk van de gekozen bouwlocatie. De werken zijn echter van tijdelijke aard. Tenslotte loopt het geplande landkabeltracé naar Zeebrugge doorheen SBZ-3 (ZB) waarbij voorgesteld wordt om indien mogelijk het kabeltracé aan te leggen in de periode november tot februari.

**Tabel 4.6.21: Aanduiding van de maanden waarin een soort de hoogste dichtheden bereikt in de Belgische zeegebieden**

[illegible]

**Tabel 4.6.22: Voorkomende vogelsoorten in de relevante beschermde mariene gebieden**

	SBZ-2 (OO)	SBZ-3 (ZB)	Baai van Heist	SBZ-H
Tijdelijke bouwsite op land				
Windturbinepark BZN				
Kabel aanlanding Zeebrugge				
Fuut Podiceps cristatus				
Zwarte zee-eend Melanitta nigra				
Grote Stern Sterna sandvicensis				
Visdief Sterna hirundo				
Dwergmeeuw Larus minutus				

#### **4.6.4.6 Besluit**

Er zullen geen significante negatieve gevolgen optreden door de bouw van het windturbinepark en de aanleg van het kabeltracé van het offshore windturbinepark naar land, op de habitats en de soorten waarvoor de verschillende beschermde gebieden zijn aangemeld.

## **4.7 ZEEZICHT & CULTUREEL ERFGOED**

### **4.7.1 Methodologie**

Als inleiding wordt een beschrijving van de referentiesituatie gegeven. Onder zeezicht wordt verstaan "het kustlandschap en aangrenzende open wateren, inclusief zicht op zee, zicht op de kustlijn vanaf de zee" (DTI, 2005). Bij het zicht op de kustlijn worden de kenmerken van het kustlandschap beschreven en de belangen hiervan voor de toeristen, horeca-uitbaters en bewoners.

In het voorliggende MER wordt de referentiesituatie beschouwd als de situatie van de zee op het moment waarbij deze MER wordt geschreven (najaar 2008). Het windturbinepark van C-Power waarvoor reeds een vergunning uitgereikt is en dat op de Thorntonbank wordt gebouwd, is bijgevolg nog niet aanwezig (met uitzondering van 6 windturbines). Bij de cumulatieve effecten, worden alle drie de geplande windturbineparken (C-Power, Eldepasco en Belwind) in beschouwing genomen (zie hoofdstuk 6).

Wat het cultureel erfgoed betreft, gaat de aandacht uit naar de wrakken die op de zeebodem aanwezig zijn enerzijds en de erfgoedwaarden die langsheen de kustlijn voorkomen anderzijds. Deze laatste staan beschreven in de Landschapsatlas (Min. Vl. Gem., 2001). Voor de zeewrakken worden twee databanken ([users.pandora.be/tree/wrakken/wrakkensite/wrakkensite.html](http://users.pandora.be/tree/wrakken/wrakkensite/wrakkensite.html) en [www.maritieme-archeologie.be](http://www.maritieme-archeologie.be)) en de inventarisatie van de wrakken in het kader van het GAUFRE-project (Maes *et al.*, 2005) geconsulteerd.

Bij de effectbeschrijving en -beoordeling worden de effecten van de bouw, exploitatie en ontmanteling van de windturbines en de bekabeling op het cultureel erfgoed, zijnde de wrakken, en op het zeezicht vanop zee beschreven.

Binnen dit hoofdstuk gaat de aandacht ook uit naar volgende aspecten van esthetische aard: de signalisatie, de bebakening van het windturbinepark en de lay-out van het windturbinepark.

### **4.7.2 Referentiesituatie**

#### **4.7.2.1 Zeezicht**

##### **ZICHT OP ZEE**

Als referentiesituatie wordt het zicht op zee beschouwd. De zee en het strand wordt door de bevolking als positief ervaren. De kust is namelijk een belangrijke toeristische trekpleister in België, zowel voor de ééndagstoeristen als voor de langere verblijvers. Daarnaast wordt de Belgische kust ook door velen verkozen als tijdelijke of permanente verblijfplaats. Aan de Belgische kust en meer in het bijzonder op de kustlijn van 2 tot 5 km breedte wonen vandaag namelijk 195.000 inwoners. De aantrekkingskracht van de zee en het strand spelen hierin de belangrijkste rol.

##### **ZICHT OP DE KUSTLIJN**

In tegenstelling tot het zicht op zee wordt het zicht op de kustlijn in de richting van het binnenland gekenmerkt door een opeenvolging van hoogbouw. Dit is vooral het geval in de badsteden Knokke-Heist, Blankenberge en Oostende. Slechts op enkele plaatsen wordt deze opeenvolging van appartementsblokken onderbroken door open ruimtes of laagbouw. Aan de oostkust is er ter hoogte van het Zwin nog een open verbinding tussen de zee en het binnenland en komt er een uitgebreid en waardevol slikken- en schorrengebied voor. Aan de westkust ligt de IJzermonding en is een uitgestrekt duinengebied aanwezig. De Haven van Zeebrugge geeft een sterk dominerend karakter aan de kustzone.

Het landschap wordt beïnvloed door de aanwezigheid van de windturbines op de oostelijke strekdam, kranen, de LNG-terminal en andere havengebonden activiteiten.

## **BEWEGING IN HET LANDSCHAP**

Beweging in het landschap veroorzaakt door vaartuigen vormen een onderdeel van de landschapsbeleving voor de mensen op de dijk. Vooral ter hoogte van de zeehavens is er een druk verkeer van af- en aanvarende schepen. Vooral bij mooi en helder weer wordt beweging in het landschap door vrachtschepen, vissers, recreatievaart en surfers, waargenomen.

## **NATUURWAARDE**

Op zee kan gesteld worden dat de belangrijkste natuurwaarde, wat betreft avifauna, zich in de zone bevindt die het dichtst bij de kust gelegen is; namelijk in de eerste zes nautische mijl van de territoriale wateren. In deze zone bevinden zich ook de recent goedgekeurde (KB 14/10/2005) Speciale Beschermingszones in het kader van de Europese vogelrichtlijn en de Speciale zones voor Natuurbehoud in het kader van de Habitatrichtlijn. Vanuit een meer algemeen natuurstandpunt kan gesteld worden dat de natuurwaarde het hoogste is aan de kust (o.a. de Vlaamse banken) en afneemt naarmate men verder offshore gaat. Op land zijn er waardevolle kuststrookgebieden ter hoogte van het Zwin, de Baai van Heist, de kustlijn van de gemeente De Haan, de duinengordel ter hoogte van Bredene, de IJzermonding en het Westhoekreservaat.

### **4.7.2.2    *Cultureel erfgoed***

De bescherming van landschappen en de instandhouding, het herstel en het beheer van de in het Vlaamse gewest gelegen beschermde landschappen, wordt geregeld door het decreet van 16.04.1996 (BS 21.05.1996). Dit decreet werd gewijzigd op 21 december 2001. Dit wijzigingsdecreet bevat een aantal toevoegingen met betrekking tot de bevordering van de algemene landschapszorg voor het hele Vlaamse Gewest. Hierbij wordt een juridische grondslag gegeven aan de 'landschapsatlas' en de 'landschapskenmerkenkaart' als beleidsdocumenten.

De landschapsatlas (Min. VI. Gem., 2001) geeft aan waar de historisch gegroeide landschapstructuur tot op vandaag herkenbaar gebleven is en duidt deze aan als relictten van de traditionele landschappen. De relictten worden geclassificeerd naar de ruimtelijke dimensie die ze in het landschap bezitten, ze kunnen onderverdeeld worden in punt-, lijn- en vlakvormige relictten.

Relictzones zijn gebieden met een grote dichtheid aan punt- en lijnrelictten, zichten en zones waarin de samenhang tussen de waardevolle landschapselementen belangrijk is voor de gehele landschappelijke waardering. Puntrelictten worden gevormd door monumenten en kleine cultuurhistorische landschapselementen of complexen ervan, en hun onmiddellijke omgeving. Ze kunnen al dan niet beschermd zijn. Lijnrelictten worden gevormd door lijnvormige elementen zoals dijken, wegen, waterlopen of complexen ervan, en hun onmiddellijk aangrenzende ruimte.

Sommige relictten vormen complexen van erfgoedelementen die één geheel vormen. Deze worden samengevoegd tot een ankerplaats. Ankerplaatsen zijn de meest landschappelijk waardevolle gebieden voor Vlaanderen. Ze zijn binnen de relictzone uitzonderlijk inzake gaafheid of representativiteit, of nemen ruimtelijk een plaats in die belangrijk is voor de zorg of het herstel van de landschappelijke omgeving, of ze zijn uniek.

In Tabel 4.7.1 worden de relictzones, ankerplaatsen en puntrelictten langs de kustlijn gegeven. Het betreft vooral duin- en poldergebieden, de IJzermonding en het Zwin met zijn uitzonderlijke landschapsecologische waarde als slikke- en schorregebied.

**Tabel 4.7.1: Relictzone, ankerplaats en puntrelicten langs de kustlijn**

Relictzone	Zwin en duinen van Knokke-Heist
	Duinen Oostkust
	Zwinpolders tussen Knokke-Heist en Damme
	Oude Hazegraspolder en Golfplein Knokke-Heist
	Duinen Westkust
	Duinen Middenkust
	IJzermonding
Ankerplaats	Zwinlandschap
	Strand en duinen Fonteintjes
	Uitkerkse polder
	Duinbossen tussen Oostende en Wenduine met Concessie De Haan
	Westhoekduinen-Duinen Cabourg-De Moeren-Plateau van Izenberge
	Duinen Ter Yde-Hannecartbos-Oostvoornduinen
	Doornpanne
	IJzermonding-St-Laureinsduinen
	Duinen Raverszijde
Puntrelicten	Pier Blankenberge
	Vuurtoren Heist
	Kleine vuurtoren Lichtopstand Heist
	Fort Napoleon
	O.l.v. Ter Duinen Visserskapel
	Consessie De Haan
	Hubertturbine

Op zee bestaat het cultureel erfgoed voornamelijk uit scheepswrakken. Op basis van de bestaande databanken rond scheepswrakken ([www.maritieme-archeologie.be](http://www.maritieme-archeologie.be) en [www.wrecksite.eu](http://www.wrecksite.eu)) en de inventarisatie van de scheepswrakken die uitgevoerd werd in het kader van het project GAUFRE (Maes *et al.*, 2005) kan er afgeleid worden dat er ter hoogte van de Bank Zonder Naam geen wrakken gelegen zijn. Op het voorgestelde kabeltraject naar Zeebrugge zijn wel wrakken aanwezig. De ligging van deze wrakken wordt besproken bij de effectbespreking en –beoordeling van de bekabeling.

### 4.7.3 Autonome ontwikkeling

Wat betreft de natuurlijke ontwikkeling van het zeelandschap kan gesteld worden dat er boven het zeeniveau geen ontwikkelingen zullen plaatsvinden die het landschap zouden wijzigen. De weidsheid en openheid van het zeelandschap zal dus behouden blijven.

De geplande bouw van windturbines in zee kunnen het zeelandschap in de toekomst wel enigszins wijzigen. De impact hiervan hangt voornamelijk af van de afstand tot de kustlijn. Aangezien de geplande windturbineparken allen op een afstand van meer dan 30 km t.o.v. de kustlijn zullen gebouwd worden, zullen zij enkel bij heel helder weer het zeelandschap mee bepalen.



#### **4.7.4 Effecten**

De beschreven effecten zijn zowel geldig voor de optie "oorspronkelijke concessiegebied" als "uitgebreide concessiegebied". Indien relevant worden beide locatie-alternatieven afzonderlijk besproken.

Met betrekking tot het aspect zeezicht en cultureel erfgoed worden er geen verschillen verwacht tussen een 3 en 7 MW turbine. De afstand tot de kustlijn is dermate groot dat de verschillen in dimensies niet waarneembaar zullen zijn. Indien relevant wordt tijdens de bespreking verwezen naar de verschillende typevoorbeelden van windturbines.

##### **4.7.4.1 Inrichtingsfase**

#### **EFFECT OP ZEEZICHT**

##### **A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied**

De bouw van het windturbinepark wordt voorzien op 2 jaar. Het plaatsen van de installaties in zee zal tijdens de werkbare seizoenen gebeuren, hoofdzakelijk van april tot en met oktober. Dit is dus tijdens het toeristische hoogseizoen voor de kust.

Tijdens de bouw van de windturbines zal er een tijdelijke visuele wijziging van het landschap optreden zowel op land ten gevolge van de premontage van de turbines en andere onderdelen van het windturbinepark op een bouwlocatie in een nabijgelegen haven als op zee ten gevolge van het af- en aanvaren van schepen met materiaal en de aanwezigheid van allerlei technische middelen en materialen, zoals platformen, ... ter hoogte van de site. Dit kan aanleiding geven tot een verhoogde toeristische activiteit. Deze beleving kan zowel negatief (rustverstoring bewoners) als positief (toeristische attractie) ingeschat worden, maar blijft voor de bouw van één park nagenoeg onbestaande (0) in vergelijking met andere effecten.

Gezien het windturbinepark op een grote afstand in zee geplaatst wordt, zullen de constructieactiviteiten ter hoogte van de Bank Zonder Naam zelf zo goed als niet te zien zijn. Dit volgt uit de zichtbaarheidgegevens, die reeds uitvoerig in het MER van C-Power zijn beschreven<sup>24</sup>. Het effect van deze activiteiten op de toeristen en de bewoners zal dus zeer gering zijn. Het effect van de constructie op de beleving door vissers zal hier wellicht anders liggen, daar hun activiteiten zich op zee plaatsvinden en ze de constructieactiviteiten van dichtbij zullen waarnemen. Gezien de grote afstand tot de kust, en bijgevolg het feit dat de bouwwerken zeer weinig zichtbaar zullen zijn, wordt het effect op de beleving verwaarloosbaar klein ingeschat. Indien het windturbinepark van C-Power reeds aanwezig is, zullen de constructieactiviteiten nog minder zichtbaar zijn (effect = 0), aangezien de Bank Zonder Naam waar het windturbinepark van Eldepasco wordt gebouwd ten noorden van de Thorntonbank gelegen is.

#### **EFFECT OP HET CULTUREEL ERFGOED**

##### **A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied**

De bouw van het windturbinepark zal geen direct en indirect effect hebben op het cultureel erfgoed langs de kustlijn Knokke-Oostende. De landschappelijke waarde van de relictzones, ankerplaatsen en puntrelicten zal niet aangetast worden. Het behoud van de landschappelijke relicten, zoals de Fonteintjes,

---

<sup>24</sup> Aangezien het windturbinepark van Eldepasco op een iets grotere afstand wordt gebouwd, kan er zeker op deze gegevens gesteund worden.

het Zwin, ... is van bijzonder belang, maar komt niet in het gedrang door de bouw van het windturbinepark.

#### **4.7.4.2 Exploitatiefase**

##### **ZICHTBAARHEID VANAF DE KUST**

Zichtbaarheid wordt bepaald door een combinatie van parameters: de schaal van het windpark, de configuratie, de lay-out van de turbines, de omgeving, de afstand, de positie in het algemeen landschap, etc. Bij het beschouwen van de visuele impact is het daarnaast van belang de effecten van de kromming van de aarde op de zichtbaarheid in beschouwing te nemen.

De afstand in combinatie met de natuurlijke kromming van de aardbol resulteert in ieder geval in een gedeeltelijk 'verdwijnen' van de windturbines achter de horizon. Op een afstand van 35 km (dichtste turbine) levert de natuurlijke aardbolkromming een verlies van turbinezicht op van ca. 90 m, op een afstand van 42 km (verste turbine) komt dit neer op ongeveer 112 m (DTI, 2005). Aangezien de vooropgestelde ashoogte van de turbine 70 – 90 m (Vestas V90) of 90 – 110 m (REpower 6) bedraagt, betekent dit dat zelfs bij een 100% vrije zichtbaarheid een 6 MW windturbinemast in belangrijke mate verdwijnt achter de horizon (enkel het dunste gedeelte van de mast en rotorblad steekt nog boven). De dimensies van de rotorbladen zijn dusdanig dat gezien hun fijnheid deze wellicht niet waarneembaar zullen zijn op deze afstanden.

Het scheidend vermogen van het menselijk oog is ruim 1 boogminuut. Op 35 km afstand zijn derhalve theoretisch slechts objecten te onderscheiden die breder zijn dan 8,5 meter. De maximale diameter van de mast van de voorziene turbines (6 MW) bedraagt ca. 7 m.

Daarnaast is de zichtbaarheid nooit 100% en wordt deze mede bepaald door meteorologische omstandigheden zoals temperatuur, luchtvochtigheid, turbulentie, ... Als referentie kan meegegeven worden dat de kortste afstand tussen Calais (Cap Griz Nez) en Dover 33 km bedraagt. De waarneembaarheid van de majestueuze 'Cliffs of Dover' van op de hoge rotsen van Cap Griz Nez is enkel bij gunstige weersomstandigheden mogelijk.

Deze voorgaande bevindingen worden bevestigd door verschillende impactstudies in de UK die melding maken van potentieel minimale visuele effecten op afstanden > 24 km (gebaseerd op turbines van 100 – 150 m tot top van rotorblad) (DTI (2005)). In Schotse impactstudies wordt uit voorzorg de visuele significante grens op 35 km gelegd gezien hier grotere parken beschouwd worden (100 turbines; ashoogte 150 m) en de waarneembaarheid (weersomstandigheden, etc.) algemeen hoger is (SNH, 2004).

Daarbij dient toegevoegd te worden dat, eens het reeds vergunde project op de Thorntonbank gebouwd is, de windturbines in het windturbinepark op de Bank Zonder Naam helemaal van het zicht zullen onttrokken worden.

##### **A. Oorspronkelijke concessiegebied**

Op basis van bovenstaande elementen kan er besloten worden dat omwille van de grote afstand (35 km) van het windturbinepark tot de kust, de visuele waarneembaarheid van de windturbines (zowel voor de 3 MW als de 7 MW) met het blote oog zo goed als onbestaand zal zijn. Enkel tijdens helder weer zal een deel van de masten in mindere mate waarneembaar zijn. In het milieueffectenrapport van C-Power kwam men tot diezelfde besluiten, nl. dat het dicht bij de kust gelegen windturbinepark van C-Power slechts bij heel helder weer beperkt zichtbaar kan zijn. Het effect wordt daarom als verwaarloosbaar (0/-) ingeschat.

## **B. Uitgebreide concessiegebied**

Op basis van eenzelfde redenering kan besloten worden dat het effect op het zeezicht ten gevolge van het geplande windturbinepark in het uitgebreide concessiegebied (35 – 42 km) verwaarloosbaar (0/-) zal zijn. De uitbreiding vindt namelijk plaats in noordelijke richting van de Bank Zonder Naam (m.a.w. verder van de kust) waardoor dit het zeezicht niet negatief zal beïnvloeden.

## **ZICHTBAARHEID VANOP ZEE**

### **A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied**

Op basis van eenzelfde redenering kan besloten worden dat het effect op het zeezicht ten gevolge van het geplande windturbinepark in het uitgebreide concessiegebied (35 – 42 km) verwaarloosbaar zal zijn. De uitbreiding vindt namelijk plaats in noordelijke richting van de Bank Zonder Naam (m.a.w. verder van de kust) waardoor dit het zeezicht niet negatief zal beïnvloeden.

Voor de beschrijving van de zichtbaarheid op zee tijdens de exploitatiefase wordt het cumulatief effect van de drie windturbineparken die in de nabije toekomst mogelijks op het BCP zullen gebouwd worden, in beschouwing genomen<sup>25</sup>. Hiervoor wordt gesteund op een beeldsimulatie die gemaakt werd door Belwind in het kader van de bouw van een windturbinepark op de Bligh Bank. (moet verwezen worden naar hoofdstuk 6 – cumulatieve effecten)

## **BEBAKENING EN VERLICHTING**

### **A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied**

Tijdens de bouw en de exploitatie van het windturbinepark zal gezorgd worden voor de nodige maatregelen om de veiligheid van de scheepvaart, luchtvaart en de visserij te waarborgen. Voor wat betreft de bebakening van het windturbinepark tijdens de exploitatiefase, is het noodzakelijk dat de verlichting van de turbines ten behoeve van de scheep- en luchtvaart de specificaties volgen zoals opgegeven door de bevoegde instanties.

Voor scheepvaart dient de verlichting te voldoen aan de internationaal bestaande IALA<sup>26</sup>-richtlijnen O-114 en O-117 (IALA, 1998; IALA, 2004). De voorzieningen die in het kader van deze richtlijn zullen voorzien worden, zijn opgenomen in de projectbeschrijving.

Op federaal niveau zijn door de Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer richtlijnen vervaardigd betreffende de bebakening en signalisatie van hindernissen, waaronder offshore windturbines, voor de luchtvaart (Circulaire Bebakening Hindernissen, 12/06/06).

Deze federale regels inzake signalisatie van windturbines op zee hangen af van de hoogte van de turbines boven water. Er worden drie categorieën van windturbines in beschouwing genomen: minder dan 100 m boven water, tussen de 100 m en 150 m boven water en meer dan 150 m boven water. De ashoogte van de windturbines zal ca. 70-90 m (Vestas V90) tot 90-110 m (REpower 6) boven de GLLWS bedragen; de rotordiameter zal variëren tussen 90 (Vestas V90), 126 m (REpower 6) en 140 (7 MW) meter.

---

<sup>25</sup> Zowel C-Power als Belwind beschikken over de nodige vergunningen voor het bouwen van een windturbinepark respectievelijk op de Thorntonbank en de Bligh Bank.

<sup>26</sup> IALA: International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities

Rekening houdend met de specificaties van de windturbines die op de Bank Zonder Naam zullen gebouwd worden, vallen deze onder de categorieën 100 m – 150 m of > 150 m boven water. Gezien volgens de circulaire in principe geen kleuren of lichtbebakening aan te brengen zijn voor deze eerste categorie (100 m – 150 m boven water), worden hierna enkel de regels voor windturbines die meer dan 150 m boven water zullen komen, opgesomd.

- Signalisatie bij dag:
- Kleurbekening met rood-wit-rode kleurbanden op de wieken;
- Rode band op de gondel;
- Rode band op de mast;
- Met uitzondering van de buitenste rode band op de wieken en de rode band op de mast mag de andere kleurbekening vervallen bij het gebruik van obstakellichten medium intensiteit type A (20.000 cd flitsend licht).
- Signalisatie bij nacht:
- W-rood lichten ofwel obstakellichten medium intensiteit type B (2000 cd rood flitslicht);
- Ofwel verlichting aan de uiteinden van de wieken en obstakellichten lage intensiteit type A (10 cd rood vast licht) op de gondel.
- Steeds obstakellichten lage intensiteit type A (10 cd rood vast licht) op 40m hoogte op de mast.

Voor verdere specificaties m.b.t. obstakellichten (al dan niet aan de uiteinden van de wieken) en "W rood lichten wordt verwezen naar hogervermelde circulaire.

Voor een visualisatie van de signalisatie wordt verwezen naar Figuur 4.7.1 en Figuur 4.7.2.

#### **Figuur 4.7.1: Signalisatie windturbines bij dag**

#### **Figuur 4.7.2: Signalisatie windturbines bij nacht**

Ongeacht de hoogte van de turbine, zal de bekening op elke windturbine van Eldepasco volgens de huidige projectbeschrijving bestaan uit:

- Dagbekening: dubbele rode band met bandbreedte 6 m op de wieken;
- Nachtbekening: rood knipperlicht (W-rood Navigation light 100 cd of Flash beacon 2000 cd) bovenop de gondel.

Voor de meteomasten wordt uitgegaan van:

- Dagbekening: rode band met breedte van 6 m op de mast;
- Nachtbekening: rood knipperlicht (cfr WT-gondel) bovenop de mast.

#### **4.7.4.3 Ontmantelingsfase**

De effecten op het zeezicht en het cultureel erfgoed zullen tijdens de ontmantelingsfase gelijkaardig zijn als tijdens de bouwfase. Zoals hiervoor gesteld is wordt dit effect als niet relevant (0) beoordeeld.

#### **4.7.4.4 Bekabeling**

Gezien hetzelfde kabeltracé naar Zeebrugge wordt gevolgd voor zowel het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied wordt voor de bespreking van het effect van bekabeling op het cultureel erfgoed geen onderscheid gemaakt tussen de scenario's.

## **A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied**

Binnen het park is voor het energietransport bekabeling aanwezig. Vanaf één punt wordt de energie van het windturbinepark dan langs een zeekabel naar het vaste land getransporteerd. In het MER wordt het kabeltraject met aanlanding in het onderstation van Zeebrugge besproken.

De kabelsleuf wordt gemaakt met behulp van twee speciale spuitmonden (jetting) of een roterend getand rad (ploeg). De aanlegdiepte van de kabel binnen het park is ca. 1 m terwijl dit voor de zeekabel ca. 2 m bedraagt.

De bekabeling van het park zal geen aanleiding geven tot conflicten. De aanleg van de kabel van het park naar de kust kan een impact hebben op de scheepswrakken die op de zeebodem aanwezig zijn. Deze scheepswrakken worden als maritiem beschermd erfgoed beschouwd.

Bij de bouw van het windturbinepark van C-Power is gebleken dat de aanwezigheid van wrakken voor problemen kan zorgen voor het aanleggen van de kabels. Bijgevolg dient er voldoende aandacht besteed te worden aan deze aspecten.

Figuur 4.7.3 geeft een situering van de wrakken ter hoogte van de Zeelandbanken (inclusief Vlake van de Raan) ([www.maritieme-archeologie.be](http://www.maritieme-archeologie.be)). Figuur 4.7.4 geeft een situering van de wrakken ter hoogte van de haven van Zeebrugge. Zeelandbanken ([www.maritieme-archeologie.be](http://www.maritieme-archeologie.be)).

### **Figuur 4.7.3: Wrakken t.h.v. de Zeelandbanken**

### **Figuur 4.7.4: Wrakken t.h.v. de haven van Zeebrugge**

Op basis van Figuur 4.7.3 kan er afgeleid worden dat voornamelijk de Vlake van de Raan en in mindere mate de Wenduinebank risicogebieden vormen voor het voorziene kabeltraject ten gevolge van het aantal scheepswrakken.

Eldepasco opteert om het kabeltraject naar Zeebrugge zo dicht mogelijk aan te leggen bij dat van Belwind. Belwind plant daarenboven een side scan sonar van het tracé voor de werken zullen worden uitgevoerd. Op basis van de verkregen resultaten en eventueel een aanvullende screening van de zeebodem door Eldepasco zal het kabeltracé in die mate gewijzigd worden zodat het effect op wrakken geminimaliseerd wordt. Indien met deze milderende maatregel (screening) rekening wordt gehouden, wordt het effect op het maritiem beschermd erfgoed tot een minimum (0) beperkt.

## **4.7.5 Leemten in de kennis**

Niet alle wrakken en andere grote objecten die voor technische moeilijkheden kunnen zorgen voor de aanleg van de kabels zijn momenteel reeds gekend. Daarom is het aangewezen om vóór de werken een screening van het tracé waar de kabels zullen gelegd worden, uit te voeren.

## **4.7.6 Mitigerende maatregelen en compensaties**

Als algemene maatregel geldt dat bij het aanleggen van het tracé de wrakken best vermeden worden en indien nodig de zeekabel opgeschoven wordt om hieraan te voldoen. Gezien geopteerd wordt om het kabeltracé van Eldepasco grotendeels gelijk te laten lopen met het Belwind kabeltraject naar Zeebrugge, zal een screening van de zeebodem hoogstwaarschijnlijk reeds uitgevoerd zijn of kan deze voor beide windparken samen uitgevoerd worden. Om het effect van verstoring zo gering mogelijk te houden is het tevens aangewezen om de aanleg van de kabel voor het park van Belwind en van Eldepasco indien mogelijk gelijktijdig uit te voeren.

#### **4.7.7 Monitoring**

Vanuit deze discipline worden geen monitoringsvoorstellen gedaan.

#### **4.7.8 Besluit**

Als besluit kan er gesteld worden dat het windturbinepark omwille van de grote afstand tot de kust slechts in heel beperkte omstandigheden zichtbaar zal zijn vanaf de kust, en dit zowel voor het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied. Daarom wordt het effect van visuele hinder tijdens de inrichtingsfase, de exploitatiefase als de ontmantelingsfase als heel gering tot onbestaande beschouwd.

Voor de aanleg van de kabels is het noodzakelijk dat er rekening gehouden wordt met de aanwezige wrakken op de Noordzeebodem. Daarom wordt voorgesteld om het tracé te scannen vooraleer de kabel wordt aangelegd. Gezien geopteerd wordt om het kabeltracé van Eldepasco grotendeels gelijk te laten lopen met het Belwind kabeltraject naar Zeebrugge, moet gestreefd worden naar simultaneïteit voor zowel de screening als de aanleg van de kabel. Op die manier wordt de verstoring minimaal gehouden.

## 4.8 DE MENS

### 4.8.1 Inleiding

In de Belgische mariene gebieden kunnen verschillende gebruikers worden onderscheiden. De meeste hiervan hebben economische bezigheden. Een algemeen overzicht van het Belgisch deel van de Noordzee waarin verschillende gebruikers actief zijn, wordt gegeven in Figuur 4.8.1.

**Figuur 4.8.1: Kaart van de verschillende gebruikers van het BDNZ**

De gebruiksfuncties omvatten:

- scheepvaart;
- visserij;
- maricultuur;
- luchtvaart;
- zand- en grindwinning;
- baggeren en storten van baggerspecie;
- gaspijpleidingen en telecomunicatiekabels;
- militair gebruik (storten van oorlogsammunitie; detonatie van ammunitie, oefenterreinen);
- windenergie projecten;
- oceanologische waarnemingsstations;
- toerisme en recreatie;
- wetenschappelijk onderzoek;
- wrakken.

In zowel de oorspronkelijke als de uitgebreide concessiezone vinden volgende activiteiten plaats die kunnen leiden tot potentiële interacties: visserij en militaire activiteiten. In de nabije omgeving van het concessiegebied Eldepasco liggen daarenboven het concessiegebied van Belwind (windturbinepark) en C-Power (windturbinepark + maricultuur), controlezone 1 (sector 1A) voor zand- en grindwinning, kabels en pijpleidingen en 2 (minder intensief gebruikte) scheepvaartroutes. Het voorgestelde kabeltracé met aanlanding te Zeebrugge kruist de Speciale Beschermingszone te Zeebrugge (SBZ-3), de scheepvaartroute "Het Scheur", alsook de telecomunicatiekabel "Rembrandt2" die buiten dienst is gesteld (mededeling KPN, 2008).

De potentiële interacties met deze gebruikers van het BDNZ worden besproken. De beschreven effecten zijn zowel geldig voor de optie "oorspronkelijke concessiegebied" als "uitgebreide concessiegebied", met de overeenkomstige opstelling (vermogensrange 3 – 7 MW). Indien relevant worden beide locatie-alternatieven afzonderlijk besproken.

Er worden geen interacties verwacht met de andere gebruikers van het BDNZ. Deze worden dan ook niet verder besproken in het MER.

Er wordt enkel melding gemaakt dat de initiatiefnemer van het Eldepasco windturbinepark het park eventueel kan openstellen voor geleide bezoeken, wat een positief element zou zijn vanuit toeristisch oogpunt. Verder kunnen educatieve en wetenschappelijke initiatieven door de initiatiefnemers gesteund worden. Eldepasco zal zich engageren in het verzamelen van zowel technisch-wetenschappelijke als milieutechnische informatie (monitoring).

## 4.8.2 Visserij

In oktober 2006 zijn de resultaten gepubliceerd van een studie naar de visie van de visserij gemeenschap over de potentiële socio-economische effecten van offshore windturbineparken op hun sector (Mackinson *et al.*, 2006). De studie beschrijft de mogelijke impact van grotere windturbineparken (tot 200 km<sup>2</sup>; tot 250 turbines) op de visserij activiteiten en de kostwinning van de vissers in de UK. Ondanks het hier bestudeerde windturbineproject van een andere grootte-orde is en gelegen is in het Belgische Deel van de Noordzee, kan worden aangenomen dat de beschreven effecten gelijkaardig zullen zijn, zoals de studie zelf tevens vermeld.

Het verkrijgen van kwaliteitsvolle visserijdata (visserijgronden, vangst, socio-economische data) blijkt ook uit deze studie geen gemakkelijke opdracht. Persoonlijke gesprekken zijn de beste manier om tot samenwerking te komen. Dit vereist echter de nodige tijd en het vertrouwen van de vissers. Wegens de moeilijkheden van data-inzameling is het dan ook niet mogelijk om een gedetailleerde schatting te maken van de financiële impact ten gevolge van de ontwikkeling van windenergieprojecten op zee. In de toekomst zou deze situatie moeten verbeteren, daar op grond van EU-verordeningen m.b.t. gegevensverzameling in de Europese zeevisserij (1543/2000, 1639/2001 en 1581/2004) de lidstaten een aantal economische gegevens op jaarbasis moeten verzamelen (Tessens & Velghe, 2005). De algemene visies van de vissers over de belangrijkste te verwachten effecten (zowel ecologische als socio-economische) zijn echter wel verkregen als resultaat van de studie Mackinson *et al.* (2006). Een samenvatting wordt gegeven in volgende paragrafen.

Het belang van de Belgische visserijsector wordt geëvalueerd aan de hand van de gegevens van het Departement Landbouw en Visserij voor het jaar 2005 (Tessens & Velghe, 2005). Hiervoor is onder meer beroep gedaan op de vrijwillige medewerking van de reders.

De bepaling van de impact voor de Belgische visserijsector is het resultaat van deze besommingsgegevens voor 2005, de relatieve grootte van de oppervlakte van de concessie t.o.v. het totale visgebied en de resultaten van Mackinson *et al.* (2006).

### 4.8.2.1 Referentiesituatie

## BELGISCHE DEEL VAN DE NOORDZEE (BDNZ)

### Visserijgronden

De Belgische kustwateren zijn de habitat van volgroeide demersale vissoorten zoals *Pleuronectes platessa* (schol), *Limanda limanda* (schar), *Solea solea* (tong), *Gadus morhua* (kabeljauw), *Merlangius merlangus* (wijting) én de pelagische soort *Clupea harengus* (haring). Anders dan het jonge visbestand, dat een meer terreingebonden spreiding vertoont, verplaatsen de volwassen vissen zich het hele jaar vaker, afhankelijk van het paai- of voedingsgedrag. Dit betekent dat deze volgroeide vissen minder duidelijk in bepaalde zones en specifieke periodes aan de Belgische kust verblijven en dat een gemiddelde, algemene spreidingskaart, zoals die voor het jonge bestand bestaat, weinig zin heeft (ref. DVZ-onderzoek).

De voornaamste soorten die gevangen worden zijn garnalen en platvis met daarin vooral tong, schar en schol (Tessens & Velghe, 2005). De vangst van kabeljauw en wijting is minder belangrijk. Het grootste tongbestand in Belgische kustwateren wordt aangetroffen tijdens het paaiseizoen (van maart tot mei) en bevindt zich voornamelijk in het kustgebied (< 10 mijl). Tongvangst is ook opgetekend in verder van de kust gelegen gebieden (12-25 mijl) op migratieroutes naar en van de paaiplaats. Het belangrijkste seizoen voor het vangen van schol is geconcentreerd van december tot februari wat overeenkomt met het paaiseizoen. De twee paaigebieden, die intensief bevestigd worden, zijn de omgeving van het Diepwaterkanaal en van Flamborough. Uit het algemeen migratiepatroon blijkt dat het bestand zich na het paaien vanuit het zuidelijk deel van de Noordzee naar het noorden verplaatst. De grootste voorraad



wijting in de Belgische kustwateren verschijnt tussen oktober en april. Zoals bij kabeljauw is er in de winter een zuidelijke migratie op basis van de visconcentratie (paaiseizoen), gevolgd door een verplaatsing naar het noorden in het voorjaar (voedingsmigratie).

De intensiteit van de visserij richt zich meer op de geulen tussen de zandbanken dan op de zandbanken zelf. Garnalvisserij aan de ander kant zal zich dan weer eerder op de zandbanken oriënteren. Deze vindt voornamelijk plaats dicht bij de kust.

### Socio-economische aspecten

De Belgische visserijsector is de kleinste van de Europese Unie (EU). Het Belgische beleid ten aanzien van de visserijsector wordt in grote mate gestuurd door het Europese Gemeenschappelijke Visserijbeleid (GVB). Ondermeer de toegang tot de visgronden en de omvang van de vangsten wordt beperkt via het GVB.

In 2005 telde de Belgische vloot nog 120 vaartuigen (Tessens & Velghe, 2005). Deze vloot kan opgedeeld worden in het kleine vlootsegment (KVS) (< 221 kW: 57 vaartuigen) en het grote vlootsegment (GVS) (> 221 kW: 63 vaartuigen). Het KVS bestaat uit vaartuigen die meestal binnen de 12-mijlszone vissen. Het aantal vissersvaartuigen daalde van 120 bij het begin van 2006 tot 107 vaartuigen op het einde van het jaar, met een globale capaciteit van 60.190 kW (- 8 %) qua motorvermogen en 20.035 GT (- 11 %) wat tonnage betreft (Departement Landbouw & Visserij, 2007).

Gezien beide concessie alternatieven zich situeren op ongeveer 40 km van de kust, wordt het enkel bevestigd door het grote vlootsegment (GVS). Het GVS wordt als volgt gekenmerkt:

- Het GVS heeft een gemiddelde capaciteit van 52 GT en meer dan 221 kW. Deze boten blijven gemiddeld 10 dagen op zee en hebben gemiddeld 6 bemanningsleden. In 2005, werden 243 zeildagen toegekend per boot.
- Het GVS kan onderverdeeld worden in:
  - Bokken: vaartuigen die uitgerust zijn met de boomkor en een vermogen van 662 kW of meer hebben. In 2005 behoorden 53 vaartuigen tot deze categorie. Dit is het meest actieve deel van de Belgische vloot.
  - Andere GVS: een heterogene restcategorie met staande netters, bordenvissers en boomkorvaartuigen met een vermogen tussen 221 en 662 kW.

Sedert 1996 heeft België op het vlak van de opgelegde vlootreducties, in het kader van Meerjarige Oriëntatieprogramma's van de EU, het statuut van 'minimum vitalis', waardoor geen verdere vermindering van de vlootcapaciteit wordt opgelegd. Ruim 90 % van de Belgische vloot beoefent de boomkorvisserij (Maes *et al.*, 2005).

Socio-economisch gezien is het Belgische gedeelte van de Noordzee voor de Belgische zeevisserij eerder van gering belang. Bijna 65 % van de Belgische visaanvoer is afkomstig uit de centrale en zuidelijke Noordzee. Daarnaast zijn de oostelijke Kanaalzone, het Bristolkanaal en het zuidoostelijke gedeelte van de Ierse zee de belangrijkste visgronden. Het zijn de grotere vaartuigen (motorvermogen > 221 kW) die deze verder afgelegen visgronden bezoeken. Het kleine vlootsegment (en de kustvisserij in het bijzonder) is echter wel voor zijn vangsten en inkomsten volledig afhankelijk van het Belgische gedeelte van de Noordzee. Uit een beperkte steekproef bleek dat in 2000, ruw geschat, ca. 30 % van de visvangsten van het kleine vlootsegment (motorvermogen < 221 kW) uit het Belgische gedeelte van de Noordzee afkomstig waren (Maes *et al.*, 2002).

In 2005 voerden de Belgische vissersvaartuigen 21.545 ton aan, voor een totale waarde van € 86,3 miljoen. Ten opzichte van 2004 is de totale aanvoer gedaald met 9% (Tessens & Velghe, 2005). De aanvoer van visserijproducten door Belgische vaartuigen in Belgische havens in 2006 verminderde t.o.v. 2005 met 6 % tot 20.323 ton. De gemiddelde visprijs nam echter toe zodat de totale omzet met bijna 5

% verbeterde tot 90,8 miljoen euro (Departement Landbouw & Visserij, 2007). Hiervan werd 89% aangevoerd in Belgische havens net zoals in 2005. De totale aanvoer van de Belgische vloot was het resultaat van ongeveer 19.000 zeedagen en 3.800 zeereizen, respectievelijk 5 % en 9 % minder dan in 2005. De gemiddelde aanvoer per zeedag bedroeg 940 kg (+ 2 %) en de besomming per zeedag bedroeg gemiddeld 4.272 euro/zeedag, wat een toename is met 15 % t.o.v. vorig jaar. De hoge brandstofprijs in 2006 (stijging van 12% i.v.m. 2005) beïnvloedde de bedrijfsvoering van onze vloot, doch die kon iets beter gecompenseerd worden dan in 2005 door de goede prijsvorming van de visserijproducten (Departement Landbouw & Visserij, 2007).

De voornaamste soorten die de Belgische zeevisserij vangt, zijn tong en schol (Tabel 4.8.1). In 2006 kende ook de aanvoer van schar een flinke stijging (18%) (Departement Landbouw & Visserij, 2007). Daarnaast zijn tarbot, kabeljauw, tongschar en zeeduivel van beperkt belang (telkens goed voor 5%). Het belang van tong voor de Belgische zeevisserij blijft dominant; nagenoeg 50% van de totale besomming. Reeds in 2005 werd vastgesteld dat in vergelijking met het jaar voordien de relatieve aanvoer (% aandeel) van de verschillende vissoorten nagenoeg niet wijzigde, maar dat er een algemene stijging van de visprijs waarneembaar was, wat de dalende aanvoer enigszins compenseerde (Tabel 4.8.1) (Tessens & Velghe, 2005). Zoals reeds vermeld in voorgaande paragraaf, werd deze trend algemeen bevestigd voor het jaar 2006 (Departement Landbouw & Visserij, 2007). Detailgegevens per vissoort zijn echter nog niet beschikbaar voor 2006.

**Tabel 4.8.1: Tendensen in belang verschillende vissoorten en hun visprijs (Tessens & Velghe, 2005)**

Soort	Procentueel aandeel in besomming	Evolutie t.o.v. 2004	Gemiddelde prijs Euro/kg	Evolutie t.o.v. 2004
Tong	49	+2%	10,09	+12%
Schol	11	-1%	1,97	+8%
Tarbot	5	-	11,38	+6%
Kabeljauw	5	-	2,58	-6%
Tongschar	5	-	3,99	+12%
Zeeduivel	5	-	9,92	+14%
Andere demersale vissen	2	-2%	3,72	+11%
Rog	4	-	1,65	-
Griet	3	-	7,76	+13%
Garnaal	3	+1%	2,93	+1%
St.Jacobsschelp	1	-	2,16	-9%
Zeekat	1	-	1,43	+20%

De Belgische zeevisserij creëert een rechtstreekse tewerkstelling van naar schatting ca. 577 personen. Deze schatting is gebaseerd op het aantal vissers aan boord (Maes *et al.*, 2005). Dit cijfer geeft slechts een ruwe indicatie van de rechtstreekse werkgelegenheid. Hierin is geen detailhandel begrepen. Ook andere personen, zoals deeltijds personeel aan wal of meewerkende gezinsleden, werden niet in de berekening opgenomen. Het cijfer kan bijgevolg enkel met de nodige voorzichtigheid gehanteerd worden.

## BANK ZONDER NAAM

Er kan verwacht worden dat de belangrijke vissoorten in de voorgestelde concessiegebieden van Eldepasco dezelfde zullen zijn als in de algemene bespreking van het BDNZ. Reeds in (Ecolas, 2003) en (Ecolas, 2006) werd vermeld dat een kwantitatieve vertaling van deze algemene gegevens voor het BDNZ naar afgebakende concessiegebieden echter niet zo evident is omwille van volgende redenen:

- Momenteel zijn geen accurate wetenschappelijke gegevens beschikbaar van de visserijactiviteiten op het BDNZ. Sedert 1997 is de verordening van de Europese Commissie No 1489/97 van kracht. Deze verordening bepaalt dat de vissersvaartuigen verplicht zijn tijdens hun zeereizen minstens om de twee uur automatisch hun positie te melden via satelliet verbinding. Dit geldt voor alle vaartuigen met een 'lengte over alles' groter dan 24 m en met een lengte binnen loodlijnen groter dan 20 m. Nationale bijkomende maatregelen zijn bovendien mogelijk. In de Belgische zeevisserijvloot vallen ongeveer 80 à 85 % van de vaartuigen onder deze maatregel. Een gedeelte van het kleine vlootsegment valt immers niet onder deze verplichting, namelijk sommige kustvissers en sommige 'eurokotters'. Op de Dienst voor de Zeevisserij (Ministerie van Landbouw) te Oostende worden deze gegevens automatisch geregistreerd. Omwille van de confidentialiteit van deze databank is publicatie ervan niet toegestaan;
- Op grond van EU-Verordeningen 1543/2000, 1639/2001 en 1581/2004 die de gegevensverzameling in de Europese zeevisserij behandelen, moeten de lidstaten een aantal economische gegevens op jaarbasis verzamelen met betrekking tot hun aangelande commerciële soorten. Deze geven echter geen specifieke informatie over het voorkomen van de vissen op het BDNZ.
- Anderzijds bestaat er onzekerheid over de officiële beschikbare gegevens waarop we ons dus moeten baseren. Deze zijn gebaseerd op logboeken ingevuld aan boord. Verschillende bronnen (waaronder ICES) tonen aan dat deze officieel verzamelde informatie vaak onderschattingen zijn van de actuele situatie.

Gezien de ontoegankelijkheid van deze confidentiële visserijdata werd een intensiteitanalyse uitgevoerd op basis van vogelobservaties (periode 1992- 2003) van het Instituut voor Natuurbehoud waarbij melding werd gemaakt van schepen die effectief aan het vissen waren (Maes *et al.*, 2005). Een ruwe schatting van visserijactiviteiten op het BDNZ werd op die manier verkregen. Hieruit blijkt dat geen specifieke observaties werden gedaan van vissersschepen in de buurt van de Bank Zonder Naam waardoor we kunnen veronderstellen dat het gebied minder interessant is als visserijgrond. Anderzijds blijkt uit anekdotische informatie dat het gebied vooral zou bevestigd worden door de grote Nederlandse boomkorschepen (data BMM) (BMM, 2007c). Deze boomkorvisserij zou vooral plaatsvinden in de geulen tussen de banken (BMM, 2007c), waardoor mogelijks een potentieel conflict ontstaat in de uitgebreide concessiezone.

### 4.8.2.2 Autonome ontwikkeling

Een uitvoerige beschrijving van de autonome ontwikkeling kan teruggevonden worden in Ecolas (2003; 2006). Enkel de belangrijkste hoofdpunten worden hier terug aangehaald.

Zowel op internationale als nationale schaal heeft de visserij sector te kampen met socio-economische problemen door 1) een stelselmatige afname van de bestaande biomassa in de hogere trofische niveaus van het Noord-Atlantische gebied sinds 1950 en 2) een stijgende visintensiteit tussen 1950-1975. Onderzoekers zijn tot de conclusie gekomen dat de huidige visexploitatie niet kan aanhouden en dat het hoger trofisch niveau van vissen met het oog op de tegenwoordige trends binnen enkele decennia volledig verdwenen zal zijn in het Noord-Atlantische gebied (Christensen *et al.*, 2002). Dit komt ook naar voren uit het feit dat het bestand van bijna alle soorten gerangschikt wordt als "buiten de veilige biologische grenzen".

Deze trend loopt grotendeels parallel met de Belgische visserij. Een verhoogde aanvoer werd alleen waargenomen tussen 1950 en 1955, waarna een stelselmatige daling in de aanvoer en vlootomvang werd opgetekend. Het aantal schepen bleef vrij constant tussen 1980 en 1990, maar begon vanaf 1993 af te nemen. De economische situatie in de Vlaamse zeevisserij baart de betrokkenen grote zorgen als gevolg van een jaarlijkse afnemende rendabiliteit. Speciaal voor de grote bokken binnen het GVS is een zeer uitgesproken achteruitgang vast te stellen in de winstcijfers (-13,8%) ten gevolge van een sterke stijging van de kosten ten opzichte van de omzet (besomming) (Figuur 4.8.2). Deze kostentoename is grotendeels te wijten aan een stijgende gasolieprijs vanaf 2005 (max. sept '05: 0,5283 €/l). Als gevolg hiervan is het aandeel van de brandstofkosten in de besomming met 5 à 10% toegenomen: gemiddeld rond de 26% voor het KVS en rond de 37% voor het GVS (Tessens & Velghe, 2005). Binnen het GVS rapporteerden 29 vaartuigen een verlies en slechts 10 vaartuigen een winst. Slechts drie vaartuigen hiervan maakten meer dan 50.000 € winst.

Ontwikkelingen in het Europese Visserijbeleid laten vermoeden dat verder quotabeperkingen en flankerende maatregelen (zoals technische maatregelen en beperkingen in vaardagen) alleen maar een versterking van de hierboven geschetste trends tot gevolg zullen hebben op korte en middellange termijn.

**Figuur 4.8.2: Evolutie besomming en bedrijfsresultaat per zeedag**

### **4.8.2.3 Effecten**

#### **VERLIES TRADITIONELE VISGRONDEN**

Het potentieel verlies van toegang tot de traditionele visgronden wordt in het algemeen ervaren als het belangrijkste negatieve effect van de ontwikkeling van windturbine projecten op zee (Mackinson *et al.*, 2006). Vissers geven namelijk te kennen dat wegens het moeilijk manoeuvreren tussen de turbines en het verhoogde risico op aanvaringen met de turbines, ze de concessiegebieden zouden vermijden ook al is vissen er toegelaten. Ze waren namelijk niet zeker of ze in staat zouden zijn de bijkomende verzekeringskosten die dit verhoogde risico met zich meebrengt, te betalen (Mackinson *et al.*, 2006). Door de beperking aan visserijgronden zou de competitie in de betere nabij gelegen gebieden toenemen met mogelijks conflicten tussen de vissers tot gevolg. Een oplossing zou kunnen zijn om alternatieve gebieden te gaan bevissen die verder gelegen zijn. Dit zou de brandstofkosten echter nog meer de hoogte injagen en de vistijden beperken waardoor ook de opbrengsten kleiner zouden zijn.

In Ecolas (2003) werd geschat dat ruwweg 85 % van het BDNZ kan bevestigd worden (Ecolas, 2003). In dit percentage zijn de veiligheidszones rond gasleidingen, het munitiestort op de Paardemarkt, de ankerplaats bij de Westhinder, de beloofde navigatiekoers van het Scheur en het concessiegebied C-Power niet inbegrepen. Daarnaast moeten we rekening houden met het feit dat in bepaalde andere gebieden van het BDNZ zoals de concessiegebieden voor zand en grind en de militaire gebieden geen algemeen verbod op visserij geldt, maar wel temporele limiteringen voor visserij. Daarenboven zullen ook tijdelijke verstoringen optreden ten gevolge van die activiteiten.

Het verlies aan visgronden kan leiden tot inkomstenverlies en werkloosheid. Wegens gebrek aan specifieke financiële data werd reeds aangehaald dat een gedetailleerde economische analyse moeilijk haalbaar is.

#### **A. Oorspronkelijke concessiegebied**

Uitgaande van de bevindingen van Mackinson *et al.* (2006) zal de aanleg van het windturbinepark in de oorspronkelijke concessiezone op de Bank Zonder Naam voor een bijkomend maximaal verlies zorgen aan visgronden (0,5 % van het BDNZ). Gezien de beperkte oppervlakte (17,5 km<sup>2</sup> incl. veiligheidszone) en het gegeven dat de Bank Zonder Naam bovendien geen belangrijk visserijgebied is, kan dit directe verlies

als verwaarloosbaar worden geschat. De impact ten gevolge van het beschreven windturbine project is dus gering negatief en is bovendien veel minder relevant dan het reeds vermelde inkomstenverlies ten gevolge van schommelende brandstofprijzen en de beperkingen opgelegd door het Europese visserijbeleid.

### **B. Uitgebreide concessiegebied**

Voor de uitgebreide concessiezone komt dit potentieel verlies aan visgronden neer op ongeveer 0,68 % van het BDNZ. Ondanks het iets groter verlies, kan analoog aan de voorgaande redenering dit directe verlies als gering negatief worden geschat.

### **KORTE EN LANGETERMIJNEFFECTEN**

Naast het ruimtelijke verlies maken de vissers zich zorgen over de korte en langetermijneffecten tijdens de constructie en exploitatie fase. Tijdens de constructiefase wordt het heien van de palen als belangrijkste oorzaak gezien voor veranderingen in het visgedrag, terwijl het leggen van kabels voor sedimentverstoring zal zorgen. De belangrijkste effecten in de exploitatiefase zijn de veranderingen in het visgedrag ten gevolge van elektromagnetische stralingen uitgezonden door kabels en de introductie van harde substraten (Mackinson *et al.*, 2006). Voor een bespreking van deze negatieve effecten wordt verder verwezen naar het hoofdstuk "Fauna en flora".

De elektriciteitskabels naar de kust hebben geen effect op de visserij, ongeacht het gekozen locatie alternatief. Zij liggen voldoende diep om beschadiging van de kabels door vissersschepen te voorkomen.

### **OPPORTUNITeiten**

Naast deze negatieve effecten op visserij, biedt de ontwikkeling van het Eldepasco windturbinepark ook opportuniteiten:

- Ontstaan van kraamkamergebieden en beschermde natuurzones;
- Opportuniteiten voor zeehengelaars die zouden kunnen profiteren van het exclusieve gebruik van de gronden en de verhoogde visdensiteiten.

Daarnaast zal het afsluiten van een gebied voor de visserij onvermijdelijk leiden tot het uitblijven van de versturende invloed van de boomkorren die de bodem omwoelen en de organismen wegvangen (Dayton *et al.*, 2002; Frid *et al.*, 2002; Lindeboom 2002). Lindeboom (2005) heeft berekend dat de effecten van de boomkorvisserij op het NCP het benthos 1.000-100.000 keer zwaarder belasten dan die van (het ruimtebeslag door) de offshore industrie, de zandwinning en de kabels en leidingen, gebruiksfuncties die te vergelijken zijn met de aanleg en de exploitatie van een offshore windturbinepark. De directe negatieve invloed van de boomkorvisserij op het BDNZ zal naar verwachting dus hoger zijn dan de negatieve invloed die de funderingen, erosiebescherming en kabels uitoefenen op het mariene leven.

Tenslotte is er het positieve effect van een afgesloten gebied op de vissoort in de omgeving. Recent wetenschappelijk onderzoek (Roberts *et al.*, 2001) toonde aan dat ook kleine (10-25 km<sup>2</sup>) mariene reservaten een significant positieve invloed hebben op de visserij in de omgeving. Deze invloed kan leiden tot een grote stijging (46-90%) in de vangsten in de omringende gebieden binnen een betrekkelijk korte periode van vijf jaar. Hoewel de toepasselijkheid van deze gegevens in het bijzondere geval van het BDNZ nog bewezen moet worden, bestaat er een aanzienlijke consensus binnen de wetenschappelijke wereld over het "overvloed en kweek" effect van mariene beschermingsgebieden, dat in een netwerk van mariene reservaten nog intenser is. Dit "overvloed en kweek" effect betekent dat de omvang van en de overvloed aan geëxploiteerde soorten toeneemt in de omringende zones en dat de populaties aangevuld worden via de export van larven (NCEAS Working Group on Marine Reserves 2000). Het aanvullende effect van de nabijgelegen afgesloten gebieden van C-Power en Belwind kan misschien synergistisch werken.

## **VEILIGHEID**

Tijdens de bouw en de exploitatie van het windturbinepark, zal voor de nodige markeringen en signalisaties gezorgd worden om de veiligheid van de visserij te waarborgen. Voor verdere details wordt verwezen naar het hoofdstuk Veiligheid.

## **BESLUIT**

In het algemeen komen wij tot de conclusie dat de impact van het volledig afsluiten van deze concessie voor de visserij waarschijnlijk een minimale of zelfs verwaarloosbare invloed zal hebben op de inkomsten of werkgelegenheid in vergelijking met de autonome ontwikkeling, maar dat anderzijds de invloed op het milieu positief geschat wordt door een vermindering van de visserijgebonden milieuverstoring. Deze redenering is zowel geldig voor het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied.

### **4.8.2.4 Leemten in de kennis**

Zoals reeds vermeld, werd er bij de analyse een ernstig gebrek aan gedetailleerde visserijgegevens voor het concessiegebied vastgesteld:

- Ondanks de verplichte registratie van een groot deel van de visserijbewegingen zijn deze data wetenschappelijk niet beschikbaar. Het was dus niet mogelijk om gedetailleerde analyses uit te voeren van de kleinere geografische eenheden zoals het oorspronkelijke en het uitgebreide concessiegebied;
- Een poging werd reeds gedaan door Ecolas NV. om een intensiteitanalyse uit te voeren aan de hand van verzamelde data van het Instituut voor Natuurbehoud tijdens vogelobservaties (Maes *et al.*, 2005). Ondanks de beperkingen in accuraatheid, wordt hierdoor wel een algemeen patroon van de visserij verkregen. Een update en verificatie van deze analyse op basis van officiële registratiegegevens is echter wenselijk;
- Naast gegevens over tijdstip en locatie van visserij, ontbreken ook geografische data over de visvangst per gebied. De enige gegevens waarop we ons kunnen baseren zijn grootschalige rapportages (vb. ICES, besommingen) waarbij ook hier ernstige twijfels en onzekerheden bestaan over de correctheid betreffende de gevangen hoeveelheden, de bijvangst en de "terugworp".
- Ook gegevens voor een goede inschatting van de invloed van de offshore windturbineparken op de vispopulaties op de specifieke locaties zijn grotendeels ontbrekend. Hierin kan in de toekomst eventueel verandering komen door de wettelijk vereiste monitoring.

### **4.8.2.5 Mitigerende maatregelen en compensaties**

Gezien het beperkte verlies aan visserijgrond voor beide locatie alternatieven, worden geen mitigerende maatregelen en compensaties voorgesteld.

Een mogelijk alternatief voor visserij is maricultuur. Op 7 oktober 2005 werd een vergunning toegekend aan de Haven Oostende voor de productie van tweekleppige weekdieren in 4 zones van de Noordzee. Zone 4 beslaat de afgebakende windconcessie zone (KB 14/05/2004). In de aanvraag werd gemeld dat enkel in de bestaande concessiezones (C-Power) zal gewerkt worden. In theorie bestaat de mogelijkheid om aan mosselcultuur te doen in de concessie van Eldepasco als alternatief voor visserij. Hierbij moeten de voor- en nadelen op zowel economisch en technisch vlak als de milieu-aspecten grondig uitgewerkt worden. Naar onze mening valt een dergelijke afweging en analyse buiten het doel van deze MER.

Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de opportuniteiten voor maricultuur wordt verwezen naar het globaal actie- en herstructureringsplan voor een duurzame Vlaamse zeevisserijsector (Task Force Visserij, 2006).

#### **4.8.2.6 Monitoring**

Er bestaan nog steeds een aantal onzekerheden over de ecologische uitwerking op het mariene milieu ten gevolge van offshore windenergieparken (incl. cumulatieve effecten), zodat bijkomend onderzoek gewenst is. Het effect op commerciële vis en ongewervelde soorten is van doorslaggevend belang voor de visserij. Vanuit een economisch standpunt moet de nadruk hier liggen op platvissoorten.

In het hoofdstuk "Fauna en flora" is een monitoringsprogramma uitgewerkt voor zowel de benthische organismen als de vissen. Voor het Eldepasco project wordt met betrekking tot monitoring bij het C-Power project en het Belwind Project aangesloten (zie paragraaf 1.2.1.4).

#### **4.8.3 Militaire activiteiten**

##### **4.8.3.1 Referentiesituatie en Autonome ontwikkeling**

Zowel het oorspronkelijke als het uitgebreid concessiegebied van Eldepasco zijn gelegen in de militaire zone waar schietoefeningen gebeuren op drijvende doelen (Figuur 4.8.1). Deze oefeningen kunnen zowel overdag als 's nachts plaatsvinden gedurende het ganse jaar (weliswaar na aankondiging van de schietoefening). Tijdens deze activiteiten worden schepen verzocht om deze zone te vermijden.

Gezien deze militaire zone grotendeels overlapt met de windconcessie zone afgebakend volgens het KB van 17/05/2004, is er een akkoord binnen de regering dat er binnen de offshore zone (cfr concessie KB) geen militaire oefeningen worden gedaan. Eens de concessie (waar bij de aflevering defensie ook een advies geeft) verkregen, is er dus 100 % juridische garantie dat er geen oefeningen meer zullen gebeuren. De afspraak is wel zo dat dit wel nog tijdelijk kan zolang er effectief geen turbines staan. Op termijn wordt de militaire oefenzone iets verplaatst, zodat er geen overlapping meer zal zijn. (m.m. Cathy Plasman - Adviseur Kabinet Landuyt)

##### **4.8.3.2 Effecten**

Wegens de beperkte militaire activiteiten (maximaal 5 oefeningen per jaar (Maes *et al.*, 2005)) in deze zone worden er geen effecten verwacht van het geplande windturbineproject op deze militaire activiteiten.

##### **4.8.3.3 Leemten in de kennis**

Er zijn geen leemten in de kennis.

##### **4.8.3.4 Mitigerende maatregelen en compensaties, monitoring**

Specifieke maatregelen of compensaties, alsook monitoring zijn hier niet relevant.

#### **4.8.4 Kabels en pijpleidingen**

##### **4.8.4.1 Referentiesituatie en Autonome ontwikkeling**

De locatie van pijpleidingen en telecommunicatiekabels is weergegeven in Figuur 4.8.3. Bij de communicatiekabels is een onderscheid gemaakt tussen kabels in gebruik en kabels die niet langer gebruikt worden (Maes *et al.*, 2005).

**Figuur 4.8.3: Pijpleidingen en telecommunicatiekabels**

Zoals uit Figuur 4.8.3 blijkt, kruist geen enkele pijpleiding het oorspronkelijke noch het uitgebreide concessiegebied Eldepasco. De "Interconnector" geëxploiteerd door Interconnector Ltd kruist wel de Bank Zonder Naam, maar blijft ten westen van het projectgebied. De Interconnector is 235 km lang en transporteert ongeveer  $23,5 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>/jaar van Zeebrugge naar Bacton (UK). Ten noorden van het concessiegebied loopt een tweede pijpleiding "Norfra", een 840 km lange leiding van het Draupner E platform op het Noorse continentale plat naar de haven van Duinkerke in Frankrijk. Tenslotte is er de pijpleiding "Zeepipe" (814 km) die Zeebrugge verbindt met het offshore olieplatform Sleipner Rise (Noorwegen) en geëxploiteerd wordt door Gasco.

Naast gaspijpleidingen bevinden zich op het BDNZ telecommunicatiekabels. Van de kabels in gebruik kruist er geen enkele het oorspronkelijke noch het uitgebreide concessiegebied, maar lopen er twee rakelings langs de Bank Zonder Naam waarbij steeds de voorgeschreven veiligheidsafstanden (250 m) gerespecteerd worden. Relevant voor dit project zijn de telecommunicatiekabels Concerto East1 (ten westen van de Interconnector) en Concerto South1 (ten oosten van de Zeepipe), beide geëxploiteerd door Flute Ltd. Ten noorden van de Thorntonbank ligt de Rembrandt2 kabel die geëxploiteerd wordt door KPN, maar niet langer in gebruik is (mededeling brief KPN, 2008). Daarnaast bevindt zich aan de voet ten zuiden van de Thorntonbank nog één telecommunicatiekabel die niet langer in gebruik is. De specifieke naam of (vroegere) exploitant van de kabel is niet gekend.

Voor zo ver bekend zijn er momenteel geen vergunningen of aanvragen voor het leggen van kabels of pijpleidingen binnen het concessiegebied. Voor de autonome ontwikkeling wordt dus uitgegaan van een status quo ten opzichte van de referentiesituatie.

#### **4.8.4.2 Effecten**

Gezien voor zowel het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied de vereiste veiligheidszone ten opzichte van pijpleidingen en telecommunicatiekabels gerespecteerd worden, mag aangenomen worden dat er zich geen effecten zullen voordoen op de bestaande kabels- en pijpleidingen ten gevolge van het inplanten en exploiteren van het Eldepasco windturbinepark.

In de voorziene opstelling zullen er geen kruisingen gebeuren van de 33 kV kabels en de aanlandingskabel (150 kV) noch met de Interconnector of Zeepipe pijpleiding noch met operationele telecommunicatiekabels.

Het cumulatieve milieu-effect van de bestaande kabels en pijpleidingen én de kabeltracés die getrokken worden vanuit de diverse windturbineparken is echter moeilijker te voorspellen. Hiervoor wordt verwezen naar het hoofdstuk "Cumulatieve effecten".

#### **4.8.4.3 Leemten in de kennis**

Er zijn geen leemtes in de kennis.

#### **4.8.4.4 Mitigerende maatregelen en compensaties**

Er worden geen mitigerende maatregelen of compensaties voorgesteld bij de ontwikkeling van het windturbinepark Eldepasco.

Indien echter verschillende initiatieven van windturbineparken in een beperkte tijdsspanne goedgekeurd worden, dan moet zoveel mogelijk getracht worden de verschillende projecten naar kabeltracé op elkaar af te stemmen (gegroepeerde inplanting).



#### **4.8.4.5 Monitoring**

Normale voorzorgsmaatregelen en plaatsingstechnieken tijdens het leggen van de kabels om schade aan de communicatiekabel te vermijden, zullen in ieder geval genomen worden.

#### **4.8.5 Scheepvaart**

Wat betreft de veiligheidsaspecten (ongevallenrisico, olieverontreiniging) van de professionele scheepvaart wordt verwezen naar het hoofdstuk "Veiligheid".

#### **4.8.6 Zand en grindontginning**

##### **4.8.6.1 Referentiesituatie en Autonome ontwikkeling**

Zeezand wordt aangewend voor drie specifieke gebruiken: in de bouwsector, die ongeveer één tiende van de totale zandproductie van België vertegenwoordigt, voor strandsuppletie om de erosie van de Belgische kust ten gevolge van stromingen, golven, e.d. af te remmen en voor landwinning, die in tegenstelling tot Nederland in België uitzonderlijk wordt uitgevoerd.

Mariene aggregaatextractie wordt uitgevoerd door 13 bedrijven die vertegenwoordigd worden door Zeegra VZW (8.750.000 m<sup>3</sup>/3 jaar) en door de Vlaamse Administratie Waterwegen en Zeewezen (AWZ)<sup>27</sup> – Afdeling Maritieme Toegang (5.000.000 m<sup>3</sup>/3 jaar) en Afdeling kust (1.650.000 m<sup>3</sup>/ 3 jaar).

De exploratie en exploitatie van zand en grind wordt geregeld door de wet van 13 juni 1969, zoals gewijzigd door de wet van 20 januari 1999 en de wet van 22 april 1999. Sinds 2004 zijn de concessiezones voor aggregaatextractie gewijzigd volgens het KB 01/09/2004. Er zijn nu drie 'controlezones' en één 'exploratiezone' (Figuur 4.8.1):

- Controlezone 1 bestaat uit twee sectoren: sector 1A op de Thorntonbank, sector 1B op de Gootebank. Sector 1A is gans het jaar open voor ontginning, sector 1B enkel gedurende de maanden maart, april en mei;
- Controlezone 2 is onderverdeeld in drie sectoren: sectoren 2A en 2B bevinden zich op de Kwintebank, sector 2C op Buiten Ratel en Oostdyck. De sectoren 2A en 2B zijn afwisselend open voor ontginning voor een periode van 3 jaar (rotatiesysteem), sector 2C is open voor ontginning gedurende het ganse jaar.
- Controlezone 3 is gelegen op een dumplocatie voor gebaggerd materiaal (Sierra Ventana) en kan gezien worden als een soort 'recyclagezone' dicht bij de kust. Met deze controlezone wil men de druk op natuurlijke zandbanken verminderen. Sector 3A is gans het jaar open, terwijl sector 3B gesloten is zolang deze sector tevens als baggerspeciesloswal gebruikt wordt. Het is uit de oude baggerspeciesloswal (oude stortzone S1) dat AWZ – Afdeling Maritieme Toegang 5.000.000 m<sup>3</sup>/3 jaar zal extraheren. De nieuwe baggerspeciesloswal (nieuwe sector S1) bevindt zich in de sector 3B.
- In de exploratiezone (zone 4) (ter hoogte van de Hinderbanken) zullen overheid en concessiehouders de mogelijkheden van (voornamelijk grind-) ontginning onderzoeken.

Er is geen overlap tussen de door Eldepasco voorgestelde concessiegebieden op de Bank Zonder Naam en de aangeduide concessiezones voor zand- en grindwinning. Het windturbinepark op de Bank Zonder

---

<sup>27</sup> AWZ gaat op in nieuwe structuur Vlaamse overheid. Sinds 1 april 2006 bestaat de administratie Waterwegen en Zeewezen (AWZ) niet meer. Haar taken worden overgenomen door: Departement Mobiliteit en Openbare Werken; Agentschap voor Maritieme Dienstverlening en Kust; nv De Scheepvaart; nv Waterwegen en Zeekanaal.

Naam zal op ongeveer 5 km van controlezone 1 – Sector 1A liggen. In Sector 1A is enkel Zeegra VZW actief. De hoeveelheid zand en grind die in sector 1A geëxtraheerd zal worden, is eerder beperkt. In Ecolas (2006) wordt een inschatting gemaakt voor 2 scenario's:

- Scenario 1: Business as Usual (BAU) gebaseerd op de ruimtelijke spreiding van de winningsactiviteiten in het verleden (2003 en vroeger). In sector 1A wordt volgens dit scenario 554.804 m<sup>3</sup> geëxtraheerd.
- Scenario 2: Maximale Ruimtelijke Spreiding (MRS) waarbij aangenomen wordt dat er een maximale ruimtelijke spreiding zal zijn van de extractie activiteiten over de verschillende concessiezones. Volgens dit scenario wordt in sector 1A 997.068 m<sup>3</sup> ontgonnen.

#### **4.8.6.2 Effecten**

De concessiegebieden aangevraagd door Eldepasco liggen op voldoende afstand van controlezone 1 (sector 1A) voor zand en grindwinning. Op basis van expertbeoordeling wordt geschat dat de verstorende impact van de windturbines op het bodemleven beperkter is dan deze van de zand- en grindwinning. Er worden dan ook geen effecten verwacht van het geplande windturbineproject (zowel oorspronkelijke als uitgebreide concessiezone) in de controlezones, en meer specifiek in sector 1A.

Aangezien de hoeveelheid zand die in de sector 1A geëxtraheerd zal worden eerder beperkt is (BAU & BAU+AWZ: 554.804 m<sup>3</sup>, MRS: 997.068 m<sup>3</sup>) (Ecolas, 2006), en er bijgevolg niet diep gegraven zal worden, worden er geen significante effecten verwacht op de stabiliteit van de windturbines op de Bank Zonder Naam.

Er wordt geen wederzijdse invloed op de milieueffecten verwacht van de kabellegging of exploitatie.

#### **4.8.6.3 Leemten in de kennis**

Er zijn geen leemtes in de kennis.

#### **4.8.6.4 Mitigerende maatregelen en compensaties**

Er worden geen mitigerende maatregelen of compensaties voorgesteld.

#### **4.8.6.5 Monitoring**

Gezien de voorgestelde concessiegebieden van Eldepasco op voldoende afstand ligt van de concessiezones voor zand- en grindwinning, is een aangepaste monitoring niet relevant.

Bovendien worden de zandextracties momenteel opgevolgd. De bestaande procedures voor monitoring lijken ons voldoende mogelijkheden te geven voor een adequate monitoring van eventuele effecten tussen beide activiteiten.

### **4.8.7 Andere windturbineparken**

#### **4.8.7.1 Referentiesituatie en Autonome ontwikkeling**

Met de vernieuwde aandacht voor het Kyoto protocol is er ook in België werk gemaakt om de productie van hernieuwbare energie te stimuleren. De Belgische energievoorziening moet in 2010 namelijk voor 6 % bestaan uit hernieuwbare energie. Momenteel ligt een nieuw Europees voorstel op tafel die de Belgische doelstelling optrekt naar 13% tegen 2020.

Om hieraan tegemoet te komen, heeft het vroegere Kabinet Noordzee een Masterplan Noordzee gelanceerd waarin ook een wettelijke zone voorzien wordt voor de productie van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen waaronder windenergie (KB 17/05/2004). Deze zone is gelegen aan de oostelijke zijde van het Belgisch deel van de Noordzee en strekt zich uit van iets voor de Thorntonbank tot voorbij de Bligh Bank. Binnen dit gebied komen 3 zandbanken voor die een ideaal terrein vormen voor de ontwikkeling van windturbineparken: de Thorntonbank, de Bank Zonder Naam en de Bligh Bank (Figuur 4.8.3).

Eldepasco heeft een domeinconcessie (15/05/2006) verkregen voor de bouw en de exploitatie van een windturbinepark van 36 turbines (totale oppervlakte: 9 km<sup>2</sup>) op de Bank Zonder Naam. Op 29 augustus 2008 heeft Eldepasco een wijziging en uitbreiding van de domeinconcessie aangevraagd tot een totale oppervlakte van ca. 14,5 km<sup>2</sup>. Het voorliggende milieueffectenrapport wordt opgemaakt als onderdeel voor het verkrijgen van de bouw- en exploitatievergunning.

C-Power n.v. heeft de nodige vergunningen (domeinconcessie en milieuvergunning) om ter hoogte van de Thorntonbank een windturbinepark te bouwen en het gedurende een looptijd van 20 jaar uit te baten. In april 2004 zijn de nodige grondonderzoeken gestart. In 2008 zijn de eerste 6 windturbines geplaatst. De verkregen concessie op de Thorntonbank is opgesplitst in twee gebieden: één ten Westen van de telecomkabel Concerto South1 en de Interconnector gasleiding (deelgebied A) bestaande uit 24 turbines met een oppervlakte van 5,0 km<sup>2</sup> en één ten Oosten (deelgebied B) bestaande uit 36 turbines met een oppervlakte van 8,8 km<sup>2</sup>. Indien rekening gehouden wordt met een veiligheidszone van 500 m rondom de windturbines wordt een oppervlakte van 26,4 km<sup>2</sup> ingenomen (Ecolas, 2003) voor een totaal geïnstalleerd vermogen tot 300 MW.

Belwind heeft de nodige vergunningen (domeinconcessie en milieuvergunning) voor een windturbine project (330 MW) op de Bligh Bank. Het windturbinepark (35,6 km<sup>2</sup>) zal bestaan uit 110 turbines van 3 MW.

#### **4.8.7.2 Effecten**

In deze paragraaf wordt enkel stil gestaan bij de mogelijke effecten van het windturbinepark Eldepasco op een ander windturbinepark (hetzij C-Power, hetzij Belwind). Eldepasco zal op een afstand van 6 km liggen van het reeds goedgekeurde C-Power project. De minimale afstand tot het Belwind initiatief zal ongeveer 5,0 km (t.o.v. oorspronkelijke concessiegebied) à 4,3 km (t.o.v. uitgebreide concessiegebied) bedragen. Er zijn geen effecten die worden veroorzaakt door het Eldepasco windturbinepark (vb. verhoging van de belasting op de constructie of invloed op de windomstandigheden) waardoor mogelijks de werking van een ander park in gedrang komt.

Voor de beschrijving van de cumulatieve effecten ten gevolge van de ontwikkeling van de 3 windturbineparken (Bligh Bank + Bank Zonder Naam + Thorntonbank) wordt verwezen naar het hoofdstuk "Cumulatieve effecten".

#### **4.8.7.3 Leemten in de kennis, mitigerende maatregelen en compensaties, monitoring**

Voor dit onderdeel wordt verwezen naar de relevante hoofdstukken in het MER.

#### **4.8.8 Maricultuur**

##### **4.8.8.1 Referentiesituatie en Autonome ontwikkeling**

Op 7 oktober 2005 werd een vergunning toegekend aan de AG Haven Oostende voor de productie van tweekleppige weekdieren in 4 zones van de Noordzee waaronder de volledige afgebakende wind concessiezone (KB 17/05/2004). In deze zogenaamde zone 4 werd in de aanvraag enkel gemeld dat in de bestaande concessiezone (C-Power) zal gewerkt worden.

De productie van mosselen bestaat uit hangcultuurmodules van staal (12 m x 3 m x 2 m) voorzien van aangroeiouwen uit polypropyleen. De maximale (theoretische) opbrengst binnen de concessiezone van C-Power wordt op 11.760 ton mosselen geschat, terwijl dit voor de volledige wind concessiezone op 279.000 ton komt (BMM, 2005b).

Gezien de verkregen vergunning toegekend is voor de volledige wind concessiezone bestaat in theorie de mogelijkheid om in de toekomst aan mosselcultuur te doen binnen de voorgestelde concessiegebieden van Eldepasco. Hierbij moeten de voor- en nadelen op zowel economisch en technisch vlak (o.a. veiligheid) als de milieu-aspecten grondig uitgewerkt worden. Naar onze mening valt een dergelijke afweging en analyse buiten het doel van deze MER.

##### **4.8.8.2 Effecten**

Het Eldepasco project zal voor een bijkomende introductie van harde substraten (turbines, funderingen, erosiebescherming) zorgen naast de hangculturen in het maricultuur projectgebied op de Thorntonbank (concessiegebied C-Power). Deze structuren kunnen op hun beurt gekoloniseerd worden door mosselen en op die manier eventueel een invloed hebben op de maricultuur door het bevorderen van kolonisatie of spatval (stepping stone). De minimale afstand tot de Thorntonbank bedraagt echter 6 km en het is tot op heden nog onduidelijk of deze afstand door larven kan overbrugd worden in het zeer dynamische offshore milieu. Het voorkomen van mosselen op de windturbines zal de biomassa lokaal doen toenemen, maar zal naar alle waarschijnlijkheid nooit de dimensies van de maricultuur benaderen. De economische positie van de mosselkweek komt dus niet in het gedrang.

De introductie van harde structuren door het Eldepasco-project zal niet enkel leiden tot een toename van mossels, maar zal ook een verandering teweegbrengen in de fauna, met soorten die er nu niet voorkomen (o.a. Japanse oester (*Crassostrea gigas*), zeester (*Asterias rubens*), kokerbewonende polychaeten, krabben). De kans bestaat dat ook uitheemse organismen, parasieten of pathogenen de substraten koloniseren die de natuurlijke populaties en dus ook de mosselkweek negatief kunnen beïnvloeden (BMM, 2005b).

Er worden bovendien geen negatieve invloeden verwacht van het Eldepasco-project op de waterkwaliteit die eventueel de productie van mosselen nadelig zou kunnen beïnvloeden. Integendeel het afwezig zijn van scheepvaart en visserij in het gebied laten toe dat de hangculturen direct onder het wateroppervlak kunnen geïnstalleerd worden, zonder risico op beschadiging. Bovendien zijn de mosselen filterfeeders die op hun beurt kunnen bijdragen tot een verbeterde waterkwaliteit.

Er kan dus besloten worden dat het Eldepasco project (zowel voor de oorspronkelijke als de uitgebreide concessiezone) (vrijwel) geen negatieve invloed (= 0) zal hebben op de geplande maricultuur.

Op huidig ogenblik wordt enkel een hangcultuur voorzien in de concessiegebieden van C-Power (Thorntonbank) waardoor het cumulatieve effect (maricultuur + windturbinepark) door de introductie van harde substraten als aanvaardbaar wordt beschouwd voor de mariene wateren. Er worden geen andere cumulatieve effecten (elektromagnetische velden, geluid & trillingen) verwacht tijdens de exploitatiefase ten gevolge van het windturbinepark op de mosselcultuur.

#### **4.8.8.3 Leemten in de kennis, mitigerende maatregelen en compensaties, monitoring**

Er is nog veel onzekerheid betreffende cumulatieve effecten ten gevolge van verschillende gebruikers op het Belgisch deel van de Noordzee. Een goede monitoring van de exploitatie van de windturbineparken in combinatie met de mosselkweek is dus aangewezen.

#### **4.8.9 Biodiversiteit en natuurgebieden**

##### **4.8.9.1 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling**

Voor een gedetailleerde bespreking van het belang van de Belgische mariene gebieden voor het benthos, de vissen, de avifauna en de zeezoogdieren wordt verwezen naar het hoofdstuk "Fauna, flora en biodiversiteit". Hier worden enkel de belangrijkste trends vermeld inzake biodiversiteit, dit als raamwerk voor de identificatie van natuurgebieden in het Belgische Deel van de Noordzee (BDNZ).

Er kunnen twee gradiënten worden waargenomen in de aanwezigheid van macrobenthische organismen op het Belgisch deel van de Noordzee (BDNZ). Een eerste gradiënt in de biodiversiteit loopt van het westen naar het oosten. Ten gevolge van de negatieve invloed van de instroom van verontreinigd water (nutriënten, organische pollutanten en zware metalen) afkomstig uit de Westerschelde, is de biodiversiteit in de oostelijke BDNZ-zone minder groot dan die in de westelijke zone (Cattrijsse & Vincx, 2001). Een tweede gradiënt loopt van de ondiepe kustzone naar de zone dieper in zee. De verspreiding van de macrobenthos soortenrijkdom en abundantie langs deze onshore-offshore gradiënt is sterk variabel, met soorten- en densiteitsarme stations langsheen de volledige gradiënt en soorten- en densiteitsrijke stations beperkt tot de kustzone (< 15 NM) (Van Hoey *et al.*, 2004). Wat betreft de densiteit van demersale vissen is de kustzone duidelijk rijker dan de verderaf gelegen gebieden.

De Belgische zeegebieden zijn ook voor een aantal vogelsoorten relatief belangrijk als overwinteringsgebied, trekgebied of foerageergebied tijdens het broedseizoen. De hoogste diversiteit werd waargenomen tijdens de trekperiodes (lente, herfst). Twee ruimtelijke gradiënten kunnen worden waargenomen voor de Belgische kust: een kust-zee en een oost-west gradiënt vanaf het Schelde-estuarium tot aan de diepere en minder troebele zeegebieden op Frans grondgebied. Visetende soorten met een voorkeur voor helder water en mid- tot offshore omstandigheden (alkachtigen, Drieteenmeeuw, Jan-van-Gent) waren talrijker in het westen. Duikers, futen en Larus-meeuwen zijn prominenter aanwezig naarmate men het slibrijke water in het mondingsgebied van de Schelde nadert. De jagers en stormvogels zijn dan weer typisch voor de offshore gebieden (> 20 km van de kust). (Seys, 2001)

Op basis van deze biodiversiteitspatronen werden verschillende types beschermde gebieden geïdentificeerd in de Belgische mariene gebieden, waarbij de nadruk op de westkust ligt (Figuur 4.8.4):

- Ramsar gebieden: Kustbanken en Zwin (Vlaamse bevoegdheid)
- Natura 2000: ecologisch netwerk van geselecteerde habitat- en vogelrichtlijngebieden
- Mariene beschermde gebieden (wettelijke basis: wet ter bescherming van het mariene milieu 20/01/1999 (gewijzigd door wet 07/09/2005)):
  - Speciale beschermingszones (Vogelrichtlijn): Binnen het KB 14/10/2005 worden drie speciale beschermingszones ingesteld met name een zone van 110,01 km<sup>2</sup> te Nieuwpoort (SBZ1), een zone van 144,80 km<sup>2</sup> te Oostende (SBZ2) en een zone van 57,71 km<sup>2</sup> ter hoogte van Zeebrugge (SBZ3) en dit op basis van het voorkomen van vier beschermde vogelsoorten (fuut, de grote stern, de visdief en de dwergmeeuw).
  - Speciale zones voor natuurbehoud (Habitatrichtlijn): Binnen het KB 14/10/2005 worden ook 2 speciale zones voor natuurbehoud ingesteld met name "Trapegeer Stroombank" (181 km<sup>2</sup>) en de "Vlakte van de Raan" (19,17 km<sup>2</sup>).

- Gericht marien reservaat: de "Baai van Heist" (KB 5/03/2006)

Aansluitend aan deze beschermde gebieden onder federale bevoegdheid, is ook de vermelding van het strandreservaat "Baai van Heist" (Vlaamse bevoegdheid).

#### **Figuur 4.8.4: Natuurgebieden in de Belgische mariene gebieden**

##### **4.8.9.2 Effecten**

Het enige conflict vanuit milieuoogpunt dat kan bestaan tussen het windturbineproject en de aangeduide beschermde gebieden bestaat uit het feit dat het voorgestelde kabeltracé met aanlanding te Zeebrugge (zowel voor het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiedomein) doorheen een beschermd marien gebied loopt, met name de speciale beschermingszone SBZ-3 (Zeebrugge).

Voor mogelijke effecten ten gevolge van de inrichting en exploitatie van het windturbinepark en haar kabels verwijzen we naar het hoofdstuk "Fauna, flora en biodiversiteit" en de uitgevoerde passende beoordeling in het kader van het KB 14/10/2005 en het KB 05/03/2006.

##### **4.8.9.3 Leemten in de kennis, mitigerende maatregelen en compensaties, monitoring**

Voor dit onderdeel verwijzen we ook naar het onderdeel waar de effecten op fauna en flora besproken worden.

## 4.9 VEILIGHEIDSASPECTEN

De veiligheidsaspecten gerelateerd met de bouw en de exploitatie van het windturbinepark valt onder de verantwoordelijkheid van de afdeling Operations and Maintenance (O&M). Eldepasco O&M zal o.a. instaan voor de supervisie van de technische werkzaamheden van de windturbineleverancier en van andere dienstverleners, de kwaliteitsbewaking van uitgevoerde werken, e.d. Om haar superviserende taken on site daadwerkelijk te kunnen uitvoeren zal ELDEPASCO O&M beroep doen op de logistieke middelen aanwezig binnen ELDEPASCO (vb. vaartuigen).

ELDEPASCO O&M zal beschikken over een eigen veiligheids-, gezondheids- en milieumanager (VG&M-manager) die verantwoordelijk zal zijn als veiligheidscoördinator, milieuverantwoordelijke en kwaliteitsmanager zowel tijdens ontwerp, realisatie als uitbating van het windturbinepark. De VG&M-manager kan beroep doen op een team van interne en externe deskundigen.

ELDEPASCO heeft de intentie om ook voor het offshore windturbinepark een veiligheids- en milieubeheersysteem (milieuzorgsysteem) in te voeren en te laten certifiëren conform respectievelijk OHSAS 18001 en ISO 14001.

Op die manier wordt de algemene veiligheid van het windturbinepark gegarandeerd. In volgende paragrafen zal specifiek worden ingegaan op de veiligheidsaspecten gerelateerd aan de installaties, de scheepvaart en de radar en scheepscommunicatie. Tenslotte wordt aandacht besteed aan de mogelijke gevolgen van een potentiële olieverontreiniging.

### 4.9.1 Installaties

#### 4.9.1.1 *Methodologie*

In dit onderdeel worden de veiligheidsrisico's van de installatie op zich en de eventuele gevolgen van een incident kort besproken. Inschatting van de veiligheidsrisico's verbonden aan de infrastructuur van het windturbinepark zelf zijn gebaseerd op literatuurgegevens. De beschreven risico's zijn zowel geldig voor de optie "oorspronkelijke concessiegebied" als "uitgebreide concessiegebied".

Risico's voor de werknemers (arbeidsrisico's) worden in dit MER niet behandeld.

#### 4.9.1.2 *Risico's en effecten tijdens de exploitatiefase*

De huidige windturbines worden allen onderworpen aan verschillende classificatiesystemen. Dit geldt ook voor de windturbines van het onderhavige project. Teneinde tot een bepaalde klasse te behoren worden de turbines in hun geheel en op onderdelen gekeurd (bladen, gondel, elektrische installatie, mast en fundering). De windturbines beschikken over een typecertificering conform IEC 61400 of gelijkwaardig.

De technische levensduur van de offshore windturbines bedraagt tenminste 20 jaar.

## FAALFREQUENTIE VAN DE INSTALLATIE

In opdracht van de Vlaamse overheid werd zeer recent de veiligheid van windturbines onderzocht (SGS, 2007). Op basis van het Nederlandse Handboek Risicozonering Windturbines en uitgebreide statistieken over de bestaande windturbines werd een eenvoudige risicobeoordeling uitgewerkt. Daarbij dienen windturbines te voldoen aan dezelfde veiligheidsvereisten als andere industriële installaties.

In het Nederlandse Handboek Risicozonering Windturbines (Senternovem, 2005) staan gegevens m.b.t. de jaarlijkse faalfrequentie van een turbine onder diverse omstandigheden (zie ook Tabel 4.9.1). Volgens SGS dient niet de aanbevolen rekenwaarde van Senternovem gebruikt te worden, maar de verwachtingswaarde zoals aanbevolen door SGS, en gebaseerd op de faalfrequenties uit het "Handboek Kanscijfers", welke in Vlaanderen gebruikt wordt bij de kwantitatieve risico-analyse van vaste industriële installaties.

Het overzicht in Tabel 4.9.1 is vooral gebaseerd op oudere gegevens voor windturbines op land. Deze gegevens zijn bepaald uit historische Deense, Duitse en Nederlandse faalgegevens. Volgens Senternovem lijkt de trend dat een nieuwe generatie windturbines veiliger is dan de oudere generatie. Dit betekent dat de faalkansen voor het windturbinepark op de Bank Zonder Naam lager zouden zijn dan wat in Tabel 4.9.1 beschreven staat. Anderzijds moet er ook rekening gehouden worden met het feit dat de windsnelheid op zee hoger is dan op land, waardoor de faalkansen voor het windturbinepark op de Bank Zonder Naam hoger zouden kunnen zijn dan aangegeven in Tabel 4.9.1. Aangezien de windturbines ontworpen en gebouwd zijn voor exploitatie in offshore omstandigheden, waarbij een hoge windbeschikbaarheid van groot belang is, wordt de faalfrequentie niet hoger ingeschat dan voor windturbines op land.

Op basis van de gegevens in Tabel 4.9.1 (verwachtingswaarde aanbevolen door SGS) kan besloten worden dat de faalfrequentie het hoogst is voor kleine onderdelen uit de gondel, nl. 0,0012 per jaar, of omgerekend eens om de 833 jaar. Dit betekent een zeer laag en aanvaardbaar risico voor kleine onderdelen uit de gondel. Voor de andere onderdelen is het risico nog lager.

**Tabel 4.9.1: Scenario's en faalkansen voor risico-analyses (Senternovem, 2005 in SGS, 2007)**

<i>Scenario</i>	<i>Faalfrequentie (/turbine/jaar)</i>		
	<i>verwachtingswaarde aanbevolen volgens SGS</i>	<i>95% bovengrens</i>	<i>Aanbevolen rekenwaarde volgens Senternovem</i>
Geheel blad	$6,3 \cdot 10^{-4}$	$8,4 \cdot 10^{-4}$	$8,4 \cdot 10^{-4}$
Nominaal toerental	$3,15 \cdot 10^{-4}$		$4,2 \cdot 10^{-4}$
Mechanisch remmen	$3,15 \cdot 10^{-4}$		$4,2 \cdot 10^{-4}$
Overtieren	$8,5 \cdot 10^{-4}$		$5,0 \cdot 10^{-4}$
Tip of deel van blad	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$
Toren	$5,8 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$
Gondel en/of rotor	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$
Kleine onderdelen uit gondel	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$

\* mechanisch remmen = ca. 1,25 keer nominaal toerental

\* overtoeren = ca. 2 keer nominaal toerental

## MAXIMALE WERPAFSTAND

Naast de mogelijke faalfrequentie van onderdelen van de installatie, is het ook belangrijk om na te gaan in welke mate objecten en activiteiten die zich in de nabijheid van turbines bevinden, kunnen geraakt worden door b.v. een afbrekend rotorblad. In Tabel 4.9.2 wordt een overzicht gegeven van de maximale werpafstand die door een afbrekend rotorblad van een driebladige windturbine tijdens een overtoeren-situatie kan overbrugd worden (= maximale werpafstand) voor een kustlocatie. De maximale werpafstand is erg afhankelijk van het type turbine en wordt o.a. bepaald door de rotordiameter, het wiekgewicht, het rotortoerental en de ashoogte. Voor de meest voorkomende 3-bladige turbines tussen de 500 kW en 3000 kW zijn de maximale werpafstanden ongeveer 350 tot 450 m (Tabel 4.9.2).



Er zijn geen gegevens over de maximale werpafstand bekend voor offshore windturbines met een vermogen groter dan 3 MW. Gezien de eerder beperkte (niet-lineaire) stijging in maximale werpafstand tussen resp. 1 MW, 2 MW en 3 MW, wordt verwacht dat een veiligheidsmarge van 500 m voor b.v. schepen voldoende zal zijn voor de volledige range van 3 MW tot 7 MW windturbines, en dat zodoende het risico op deze manier afgedekt wordt.

**Tabel 4.9.2: Maximale werpafstand (in m) van afbrekende bladen bij driebladige windturbines tijdens een overtoeren-situatie (kustlocatie)**

Type turbine	WT500	WT750	WT1000	WT1250	WT1500	WT1750	WT2000	WT2250	WT2500	WT3000
Vermogen (kW)	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	3000
Maximale werpafstand bij 2 keer nominaal toerental	387	401	412	419	425	429	432	435	436	436

## LEKKEN VAN VLOEISTOFFEN

Voorzieningen ter bescherming van het milieu behoren tot de standaarduitrusting van de windturbine en het transformatorplatform. Het lekken van vloeistoffen (olie, vetten, etc.) uit de installaties wordt vermeden of beperkt door de aanwezigheid van diverse opvangsystemen (lekbakken, randen, inkuipingen) alsook door de constructiewijze van de onderdelen van de installaties. Uitgaande van het gegeven dat deze opvangsystemen goed functioneren en gebouwd zijn volgens een goed (gecertificeerd) ontwerp, zal er geen negatief milieueffect zijn.

Dit is niet het geval indien een windturbine zou omvallen ten gevolge van extreme klimaatcondities of tengevolge van een aanvaring of een aandrijving door schepen. In dat geval zullen, wanneer tanks of leidingen bij het ongeval breken of scheuren, de vetten en oliën aanwezig in de turbine kunnen vrijkomen en zich in het milieu kunnen verspreiden. Gezien de bestaande classificatie en certificeringssystemen is de kans dat een turbine uit zichzelf omvalt gedurende de levensduur van het project niet onbestaande maar zeer klein. De hoeveelheid van aanwezige oliën en vetten in de turbine bedragen ca. 300 kg vetten en ca. 1300 liter olie per turbine (tandwielkast, hydraulisch systeem). Hierbij dient vermeld te worden dat de keuze voor droge of met siliconen-olie (in geval van oliegekoelde transformatoren) gevulde transformatoren nog niet is uitgemaakt.

Het transformatorstation wordt ook voorzien van een dieselgeneratorset en een dubbelwandige voorraadtank met dieselbrandstof (circa 30 m<sup>3</sup>). Het platform is voorzien van een inkuiping, waarin transformatorolie zonodig kan worden opgevangen.

Voor een beschrijving van de risico's en effecten door aanvaring /aandrijving van windturbines door schepen wordt verwezen naar 4.9.2.

## LEKKEN VAN GASSEN

In de windturbines komen schakelaars voor. Er bestaan hiervoor verschillende types nl vacuumschakelaars en SF<sub>6</sub>-bevattende schakelaars. In dit laatste geval spreken we over een aantal liter SF<sub>6</sub>-gas (samenstelling is ons niet bekend) op een druk van <1bar. Dit gas komt enkel vrij bij een accidentele situatie dwz kortsluiting en het risico is bijgevolg verwaarloosbaar.

## **ANDERE RISICO'S**

### Brand

Een ander risico voor het milieu is brand. Brand in een turbine of op het transformator platform kan aanleiding geven tot het vrijstellen van toxische of milieuschadelijke stoffen.

De windturbines zullen uitgerust zijn met brand/rookdetectoren die maken dat personeel in de turbine gewaarschuwd wordt in geval van eventueel dreigende of beginnende brand. In de gondel of de voet van de turbine, alsook in het transformatorplatform zal een poederblusser aanwezig zijn.

### Blikseminslag, ijsworp, wiekbreuk

Blikseminslag op zich heeft geen gevolgen voor het milieu, indien het niet tot brand leidt. De wieken en de gondel worden voorzien van bliksembeveiliging. Normaliter mag aangenomen worden dat het transformatorplatform ook zal uitgerust zijn met bliksemafleiders.

Ook ijsworp heeft geen invloed op het milieu.

Wiekbreuk heeft als enige invloed op het milieu dat er kunststof onderdelen in zee terechtkomen. Deze onderdelen zullen buiten hun 'afval' effect geen invloed hebben op het milieu. Na een incident met wiekbreuk worden defecte onderdelen verwijderd en conform de geldende milieu eisen op land verwerkt of gestort.

Aangezien in, en in de onmiddellijke omgeving van, het windturbinepark zich normalerwijze geen mensen bevinden, zijn de risico's en effecten op de mens niet bestaande. Hierbij wordt nogmaals opgemerkt dat arbeidsrisico's (die wel bestaan) niet in ogenschouw worden genomen.

#### **4.9.1.3 Leemten in de kennis**

Er is nog onvoldoende informatie over frequenties waarmee falen in de vorm van afbreken van rotorbladen voorkomt bij installaties in het mariene milieu.

#### **4.9.1.4 Mitigerende maatregelen**

Er worden geen mitigerende maatregelen voorgesteld.

#### **4.9.1.5 Monitoring**

Geen specifieke monitoring wordt voorgesteld. Het lijkt wel aangewezen dat de overheid jaarlijks een overzicht krijgt van de opgetreden incidenten, zodat er een inzicht bekomen wordt op de ontwikkeling van de intrinsieke risico's van het windturbinepark.

### **4.9.2 Scheepvaart**

#### **4.9.2.1 Methodologie**

De effecten voor en door de scheepvaart zijn voornamelijk gebaseerd op twee recent uitgevoerde veiligheidsstudies namelijk DNV (2007; 2008) en MARIN (2007).

In de eerste plaats worden de resultaten van de DNV (2008) aangehaald daar deze studie specifiek kijkt naar de verhoging van het risico door het windturbinepark Eldepasco (verschillende configuraties). In deze studie wordt de verhoging van het risico door het windturbinepark berekend. Daarnaast wordt ook het bestaande risico voor scheepvaartongelukken (schip – schip aanvaringen) berekend. Het bestaande risico voor andere scheepvaartongelukken wordt evenwel niet bepaald. De gebruikte gegevens van het scheepvaartverkeer, alsook de distributie van scheepsgroottes en -types voor de DNV studie werden overgenomen uit de RAMA-studie (Le Roy *et al.*, 2006), daar deze bij de start van het Eldepasco project (in 2006) de meest accurate gegevens waren. Het is hierbij belangrijk om te vermelden dat de scheepvaartgegevens (04/2003-04/2004) gebaseerd zijn op informatie verkregen uit de IVS-SRK database en van ferryoperatoren, en dat op het ogenblik van de RAMA studie de scheepstrafiek in het Noordhinder-verkeersscheidingsstelsel (nog) niet geregistreerd werd door IVS-SRK (leemte in de kennis). Daarnaast wordt ook nog vermeld dat in de RAMA-studie geen rekening gehouden werd met pleziervaart en kleinere visboten, aangezien deze geen vaste routes hebben over zee waardoor die niet in het model konden gebracht worden.

Voor de methodologie en een uitgebreide beschrijving van de resultaten van deze studie verwijzen we naar het rapport in Bijlage 5. De belangrijkste conclusies worden hier kort herhaald.

### **Bijlage 5: Risicoanalyse Eldepasco - Deelstudie DNV (2008)**

In tweede instantie werd beroep gedaan op de studie uitgevoerd door MARIN (2007) waarin de effecten voor en door de scheepvaart voor twee inrichtingsvarianten van het windturbinepark Bligh Bank werden bepaald. Deze studie maakt gebruik van een nieuwe verkeersdatabase voor routegebonden verkeer gebaseerd op AIS (Automatic Identification System) gegevens van de Nederlandse Kustwacht uit 2005-2006.

Vergelijking tussen de AIS scheepvaartverkeersgegevens en –routes met deze van de RAMA-studie toont aan dat de resultaten van RAMA grotendeels overeenkomen met AIS, met uitzondering van het ontbreken van de Noordhinder gegevens en de ligging van het Belwind en Eldepasco windpark rakelings naast (RAMA) of doorheen (AIS) het park. BMM (2007c) maakt melding van ongeveer 150.000 scheepsbewegingen per jaar in dit verkeersscheidingsstelsel door de Straat van Dover. Deze route ligt echter op aanzienlijke afstand van het concessiegebied Eldepasco en wordt bovendien er deels van afgeschermd door het Belwind windturbinepark, waardoor het als minder relevant wordt ingeschat voor Eldepasco. Mogelijke verschillen in de resultaten zijn –naast modelkarakteristieken - grotendeels hierdoor te verklaren.

#### **4.9.2.2 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling**

Het Belgische Deel van de Noordzee wordt gekenmerkt door een zeer intens scheepvaartverkeer (zie ook Figuur 4.9.1). De belangrijkste scheepvaartroute is O-W georiënteerd richting de Schelde (Zeebrugge). In de omgeving van de Bank Zonder Naam bevinden zich twee routes: één ten NW (vnl. ferryverkeer) en in mindere mate ook één ten ZO (Westrond 1) van het projectgebied. Voor een uitgebreide beschrijving van de verschillende scheepvaartroutes wordt verwezen naar het MER van C-Power (Ecolas, 2003) en de RAMA-studie (Le Roy *et al.*, 2006).

#### **Figuur 4.9.1: Geografische distributie van de belangrijkste scheepvaartbewegingen (per km<sup>2</sup>) in het BDNZ**

In het MER voor C-Power (Ecolas, 2003) worden verscheidene bronnen aangehaald met vergelijkingsmateriaal van de kans op een ongeval. Deze getallen blijken zeer sterk te variëren (tussen meerdere aanvaringen per jaar tot minder dan 0,0005/jaar) afhankelijk van het beschouwde gebied, het scheepstype en het type accident (aanvaring/aandrijving; met een schip/platform) dat in overweging genomen wordt. Een inzicht in de werkelijke kans op een ongeval op het BDNZ is moeilijk in te schatten.

In Ecolas (2003) wordt ook vermeld dat BMM 3 incidenten met milieuvervuiling per 100 jaar, of eens om de ca. 30 jaar, als een aanvaardbaar risico beschouwd.

In de RAMA-studie (Le Roy *et al.*, 2006) wordt een risico-inschatting gegeven van 14,5 ongevallen per jaar in het BDNZ (waarvan 12 per jaar door het aan de grond lopen van schepen en 1,25 per jaar door aanvaring tussen 2 schepen). Hierbij werden verschillende types van ongevallen en schepen in rekening gebracht. Dit aantal (14,5) wordt in de RAMA-studie echter eerder als een overschatting beschouwd omwille van allerlei redenen (o.a. karakteristieken van het model in combinatie met het zandbank-systeem). In deze studie wordt ook vermeld dat de kans op een accident met een lozing van gevaarlijke goederen (milieuverontreiniging) op eens om de 3 jaar ingeschat wordt. Daarnaast wordt een gemiddelde geloosde hoeveelheid van 1470 ton per jaar bij een cargo-incident vermeld.

Op basis van de informatie uit DNV (2008) wordt een risico ingeschat voor aanvaringen tussen 2 schepen in het BDNZ van eens om de ca. 2,5 jaar. Dit getal wordt echter genuanceerd bij vergelijking met de incidentenhistoriek, als zijnde een overschatting van de werkelijkheid. Verder blijken vooral RoRo (Roll on/Roll off) schepen, vrachtschepen en in minder mate ook containers, betrokken te zijn bij een aanvaring tussen 2 schepen.

Als conclusie kan gesteld worden dat de raming van scheepsongevallen in de Belgische territoriale wateren een zeer moeilijke berekening is. Daarom moeten de cijfers met de nodige voorzichtigheid gebruikt worden, rekening houdend met alle gestelde onzekerheden. Aangezien er blijkbaar geen eenduidige conclusie bestaat over de risico's van accidenten in de zuidelijke Noordzee, zal een vergelijking met het bijkomende risico veroorzaakt door het project met de nodige voorzichtigheid moeten geïnterpreteerd worden.

#### **4.9.2.3 Effecten**

### **CONSTRUCTIEFASE**

#### **A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied**

Tijdens de constructiefase zal er bijkomend scheepvaartverkeer zijn tussen de werf en de projectsite. Het aantal bijkomende transporten is afhankelijk van de keuze van het funderingstype. Tijdens de bouwfase (2 jaar) zal dit voor een bijkomende scheepstrafiek zorgen van 218 (oorspronkelijke concessiegebied; 6 MW; monopile/multipode) tot 411 (uitgebreide concessiegebied; 3 MW; gravitaire) transporten per jaar.

Het bepalen van het bijkomende risico tijdens de constructiefase is onzekerder dan tijdens de exploitatiefase daar het verkeerspatroon hier meer willekeurig is. Er wordt voor de berekeningen uitgegaan van de dichtst gelegen "ferryroute" vanuit Zeebrugge (Bijlage 5). Het geschatte bijkomende risico varieert van eens om de 78 – 172 jaar. Marin (2007) maakt melding van een extra kans van 0,019 per jaar (of eens om de ca. 50 jaar)

Deze extra bewegingen verhogen weliswaar het gevaar van een ongeval op het BDNZ, maar er wordt verwacht dat door het beperkte aantal bewegingen de risicotoename veel geringer is dan de verwachte natuurlijke variatie in ongevalrisico op het BDNZ op basis van schommelingen in de scheepsdichtheid.

Het andere aanwezige gevaar is het risico van botsing tussen een stilstaand object (turbine, transformatorplatform of constructievaartuig) en een passerend schip (op drift of door een navigatiefout) dat niets te maken heeft met het project. Deze risico's zijn waarschijnlijk te vergelijken met de risico's tijdens de exploitatiefase.

## EXPLOITATIEFASE

### Directe effecten voor scheepvaartverkeer

Algemeen zou kunnen gesteld worden dat het windturbinepark het huidige scheepvaartverkeer kan hinderen, daar ze hun vaarroute zullen moeten wijzigen om rond het park heen te varen. Dit zou vooral het geval kunnen zijn voor de Westrond 1 route ten zuidoosten van het projectgebied gelegen. Uit de Rama-studie (Le Roy *et al.*, 2006) blijkt echter dat deze route nog slechts in zeer beperkte mate gebruikt wordt (slechts 100 scheepvaartbewegingen per jaar). Nieuwe AIS data gegevens (Marin, 2007) spreken echter over een 1000 scheepvaartbewegingen per jaar op deze route. In vergelijking met het andere scheepvaartverkeer blijft dit echter zeer laag, waardoor deze hinder niet opweegt ten opzichte van het prioritaire belang voor windenergieontwikkeling in België.

Door de aanwezigheid van het windturbinepark is een nieuw type risico ontstaan op die locatie op zee, namelijk de kans dat een schip tegen één van de windturbines aanvaart (rammen) of aandrijft (driften).

Elk jaar zal er een beperkt aantal scheepsbewegingen nodig zijn voor onderhoud en reparaties. Ook is voorzien dat de weersomstandigheden tijdens deze onderhouds- en reparatiewerken voldoende goed moeten zijn om een veilige benadering en uitvoering van de werken te verzekeren. Tijdens de exploitatiefase verwachten we geen aanzienlijke verhoging van de risico's door dit scheepsverkeer in verhouding tot de huidige situatie, aangezien de frequentie uiterst beperkt zal zijn in vergelijking met het totale scheepvaartverkeer op het BDNZ.

Andere scheepsbewegingen stellen een groter risico van een ongeval en worden uitgewerkt in de studie van DNV (2008). De kans voor een aanvaring tussen een schip en het windturbinepark is berekend in de deelstudie van DNV (2008). Voor de gedetailleerde beschrijving van de randinformatie, methodologie, resultaten en conclusies verwijzen we naar Bijlage 5. In deze studie werden een aantal aannames gedaan. De belangrijkste aanname voor een appreciatie van de resultaten is waarschijnlijk dat ervan uitgegaan wordt dat er geen opzettelijke nalatigheid plaats vindt. Dus wordt er vanuit gegaan dat er door alle betrokken mensen (bemanning, scheepvaartbegeleiding ed.) naar best vermogen gehandeld wordt. In de realiteit blijkt de menselijke factor echter een belangrijke bron van ongevallen te zijn. Belangrijk hierbij te vermelden is dat onopzettelijke menselijke fouten evenals het falen van (veiligheids)instrumenten wel mee in deze analyse werd opgenomen. Opzettelijke nalatigheid is niet in rekening gebracht aangezien hiervoor geen statistische data voorhanden zijn.

Daarnaast wordt er geen rekening gehouden met de aanwezigheid van pleziervaart en kleinere visboten; technologische ontwikkelingen; luchtvaartongelukken, onderhoudswerkzaamheden; structurele veiligheid van de turbines; oorlog en terrorisme.

### **A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied**

De kans op een aanvaring/aandrijving van een windturbine per jaar is in de studie van DNV (2008) bepaald voor een situatie zonder sleepboot. In een eerder uitgevoerde risico-analyse door DNV (2007) is de invloed van een sleepboot als reducerende maatregel bestudeerd. Tabel 4.9.3 bevat de kans op een aanvaring/aandrijving per jaar gesommeerd over alle windturbines in het windturbinepark Bank Zonder Naam, voor de 4 scenario's. Uit de studie blijkt dat het totale risico op een aanvaring/aandrijving zonder sleepboot varieert tussen  $1,27 \cdot 10^{-3}$  per jaar (of eens per 788 jaar) en  $8,50 \cdot 10^{-4}$  (of eens om de 1.178 jaar). Het bovenvermelde risico is grotendeels te wijten aan het risico op aandrijvingen respectievelijk eens per 839 jaar of eens per 1.259 jaar (zonder sleepboot). Het risico op aanvaringen is veel beperkter: max. eens om de 12.740 jaar (uitgebreide zone; 72 turbines). Uitgaande van de bevindingen van DNV (2007) heeft de inzet van een sleepboot geen effect op aanvaringen, terwijl het een reductie van ongeveer 50% betekent in geval van aandrijvingen. Dit wordt ook bevestigd in andere studies (b.v. Koldenhof & van der Tak, 2007).

**Tabel 4.9.3: Overzicht van het verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen in een situatie met en zonder sleepboot voor het windturbinepark op de Bank Zonder Naam**

<i>Bank Naam</i> <i>Situatie</i>	<i>aanvaringen (rammen)</i>		<i>aandrijvingen (driften)</i>		<i>Totaal aanvaringen en aandrijvingen</i>	
	<i>Aantal per jaar</i>	<i>Eens om de ... jaar</i>	<i>Aantal per jaar</i>	<i>Eens om de ... jaar</i>	<i>Aantal per jaar</i>	<i>Eens om de ... jaar</i>
Oorspronkelijke zone, 24 * 6 MW	$5,5 \cdot 10^{-5}$	18.337	$7,9 \cdot 10^{-4}$	1.259	$8,50 \cdot 10^{-4}$	1.178
Oorspronkelijke zone, 48 * 3 MW	$7,9 \cdot 10^{-5}$	12.698	$1,0 \cdot 10^{-3}$	991	$1,09 \cdot 10^{-3}$	919
Uitgebreide zone, 36 * 6 MW	$5,8 \cdot 10^{-5}$	17.290	$9,6 \cdot 10^{-4}$	1.041	$1,02 \cdot 10^{-3}$	982
Uitgebreide zone, 72 * 3 MW	$7,9 \cdot 10^{-5}$	12.740	$1,2 \cdot 10^{-3}$	839	$1,27 \cdot 10^{-3}$	788

Uit de berekeningen blijkt voor alle scenario's dat de meeste aanvaringen veroorzaakt worden door RoRo (Roll on/Roll off schepen) en dat de meeste aandrijvingen daarentegen eerder te wijten zijn aan general cargo schepen in plaats van RoRo schepen, aangezien de faalfrequentie van RoRo schepen lager is (uitgangspunt in de methodiek).

Ter vergelijking worden in Tabel 4.9.4 cijfers aangehaald van de risico-inschatting van aanvaringen van een turbine door een schip in andere MER's van windturbineparken (Ecolas, 2003). Bij de interpretatie van deze cijfers dient enige voorzichtigheid gehanteerd te worden aangezien niet voor alle projecten dezelfde methodologie en basisdata werden gehanteerd. Dit gegeven wordt geïllustreerd a.d.h.v. de beschikbare inschattingen voor Belwind, C-Power en Eldepasco. De verschillende resultaten (Marin (2007); DNV (2008)) voor Belwind tonen aan dat het ontbreken van de Noordhinder data voor de dichtbij gelegen Bligh Bank significante gevolgen heeft. Ondanks gebruik van verschillende modellen wijzen de gelijkaardige resultaten (Marin (2007); DNV (2008)) voor C-Power erop dat indien men beschikt over vergelijkbare scheepsintensiteiten en vaarroutes dezelfde trends (grootte-orde) bekomen worden.

Tabel 4.9.3 en Tabel 4.9.4 tonen aan dat het bekomen risico voor het windturbinepark op de Bank Zonder Naam (rekening houdende met alle scheepvaartverkeer) laag (Marin, 2007) tot zeer laag (DNV, 2008) is.

**Tabel 4.9.4: Risico-inschatting (o.b.v. van verschillende methodologie) van aanvaringen van windturbines door een schip in andere MER's**

<i>Locatie / MER</i>	<i>Kans op een aanvaring tussen een schip en een turbine</i>
Horns Rev	0,337/jaar (alle vaartuigen) 0,046/jaar (zonder de vissersvaartuigen)
Rødsand	0,180/jaar
Zandvoort Oost	0,174/jaar
Seanergy	0,150/jaar
Ijmuiden Oost	0,134/jaar
Borkum west	0,053/jaar
Bligh Bank (Belwind) (Marin, 2007)	0,041/jaar (3 MW opstelling) 0,069/jaar (5 MW opstelling)
Bligh Bank (Belwind) (DNV, 2008)	0,00125/jaar (3 MW opstelling)
Thorntonbank (C-Power) (GL, 2003)	0,0050/jaar (gesplitste opstelling) 0,0054/jaar (gegroepeerd)

Locatie / MER	Kans op een aanvaring tussen een schip en een turbine
Thorntonbank (C-Power) (DNV, 2008)	0,043/jaar (gesplitste opstelling)
Thorntonbank (C-Power) (Marin, 2007)	0,041/jaar (gesplitste opstelling)
Bank Zonder Naam (Eldepasco) (Marin, 2007)	0,027/jaar (5 MW opstelling; 36 turbines)
Offshore Bürger Butendiek	0,0004/jaar

### Gevolgschade aan het schip en de windturbines

Naast de raming van de kans op een aanvaring of contact tussen een vaartuig en een windturbine/transformatorplatform, moet de gevolgschade van een dergelijk effect ingeschat worden. Deze berekening is afhankelijk van een aantal factoren. De belangrijkste zijn:

- de afmeting en het soort vaartuig;
- de snelheid van het vaartuig bij de botsing;
- de manier waarop het vaartuig het obstakel raakt;
- het feit of het obstakel een monopile of multipode is, of dat het om het transformatorplatform gaat.

Algemeen geldt dat hoe groter het schip, hoe kleiner de impact van het obstakel op het schip zal zijn, maar hoe groter de impact op het obstakel. Daarnaast zal ook de schade aan het schip en het obstakel vergroten met de snelheid. Uit de MER C-Power (Ecolas, 2003) blijkt dat op basis van inschattingen door experts een schip op drift van 10000 GT (= 3/4 van de schepen) een windturbine volledig zou overvaren, zodat de windturbine om zou vallen op de zeebodem of het transformatorplatform ernstig zou beschadigen.

Het is duidelijk dat de specifieke kenmerken van het type, en dus de vorm en de bouw van het schip invloed zullen hebben op de effecten van een incident. Er zal verschil zijn in de effecten van het doordringen van de romp van een bulkvrachtschip, een enkelwandige olietanker of een algemeen vracht- of containerschip. De locatie en het volume van bunkertanks zijn ook afhankelijk van het type vaartuig.

### Gevolgschade voor het milieu

#### **A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied**

De schade aan het milieu als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine wordt bepaald door de hoeveelheid olie die uit een schip stroomt. DNV (2008) heeft 2 verschillende modellen (model 1 en MARCS) gebruikt om de jaarlijkse hoeveelheid geloosde olie te berekenen (zie Tabel 4.9.5). De resultaten voor de andere scenario's in het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied zijn nog iets lager, waardoor de resultaten in Tabel 4.9.5 als conservatief kunnen worden beschouwd (DNV, 2008).

Er worden twee hoofdtypen olie onderscheiden: bunkerolie en ladingolie. Hierbij werd tevens uitgegaan van de conservatieve veronderstelling dat geen enkele tanker dubbelwandig is. Dit is in de praktijk echter niet het geval: de hoeveelheid dubbelwandige tankers neemt jaarlijks toe.

**Tabel 4.9.5: Overzicht van de verwachte hoeveelheid geloosde olie door een schip-turbine aanvaring voor de Bank Zonder Naam**

<i>Bank zonder Naam</i>		<i>Olielozing (ton/jaar)</i>		
<i>Situatie:</i>		<i>zonder sleepboot</i>		
<i>Model</i>	<i>Scenario</i>	<i>Via tanker</i>	<i>Via bunker</i>	<i>totaal</i>
Model 1	Oorspronkelijk – 48 turbines	0,29	0,036	0,33
MARCS	Oorspronkelijk – 48 turbines	0,008	0,022	0,030

Uit de studie van DNV(2008) blijkt dat (geldig voor de 4 beschreven scenario's):

- er een grote afwijking bestaat tussen de twee modellen die hoofdzakelijk veroorzaakt wordt door verschillen in het geloosde volume tankerolie. Eén van de onderliggende redenen is dat Model 1 veronderstelt dat alle tankers geladen zijn, terwijl MARCS uitgaat van de scheepstrafiek data in de regio waarbij een groot aantal tankers leeg zijn. De totale jaarlijkse hoeveelheid geloosde olie is bij Model 1 vooral toe te schrijven aan de hoeveelheid geloosde tankerolie, terwijl bij MARCS de bunkerolie het belangrijkste deel inneemt.
- er nog veel onzekerheid bestaat over de hoeveelheid geloosde olie, en dat de beste inschatting tussenin zal liggen, namelijk een jaarlijkse lozing van ongeveer 0,2 ton bij een aanvaring/aandrijving met een turbine (nog iets lager in geval sleepboten ingezet worden);
- wanneer verondersteld wordt dat alle aanvaringen tot een olielozing leiden, dat de hoeveelheid olie die vrijkomt in geval van een aanvaring met een olietanker tussen de 100 en 500 ton geschat wordt en dat de gemiddelde hoeveelheid bunkerolie ongeveer 20 ton per aanvaring bedraagt.
- wanneer verondersteld wordt dat 1 op 5 aanvaringen leiden tot een uitstroom van olie (dus de frequentie op aanvaring 5 keer lager), dat de hoeveelheid olie die hierbij vrijkomt 5 keer groter zal zijn.

## ONTMANTELINGSFASE

Tijdens de ontmantelingsfase zal er bijkomend scheepvaartverkeer zijn tussen de werf en de projectsite. De risico's tijdens de ontmantelingfase zullen vergelijkbaar zijn met deze tijdens de constructiefase.

## KABELS

Er wordt geen verschil verwacht voor het leggen van de kabels in het park in vergelijking met de rest van de constructiefase.

Wat betreft het leggen van het kabeltracé vanaf het transformatorplatform tot de kust is de situatie enigszins anders. Tijdens het leggen van de kabels worden er werkzaamheden uitgevoerd waarbij de vaargeulen gekruist moeten worden. Zoals reeds besproken in de andere disciplines zullen de verstoringen en dus de risico's slechts binnen een korte periode optreden, en zullen de negatieve effecten onbestaande tot beperkt zijn. De nodige regulering voor het aangeven van deze activiteiten zal strikt nageleefd worden en zo wordt het risico ook geminimaliseerd.

## CONCLUSIES

Het windturbinepark vormt een beperkt gevaar voor de scheepvaartveiligheid. In het slechtste geval (zonder sleepboot) wordt de totale kans op een accident (aanvaring/aandrijving) op eens om de 1.178 jaar geschat. Het conservatief geschatte risico wordt door DNV als aanvaardbaar geklasseerd voor alle 4



scenario's, aangezien de berekende risico's voor de Bank Zonder Naam lager zijn dan deze berekend voor de andere windparken. Anderzijds wordt wel gewezen op het feit dat opzettelijke grove fouten niet in rekening worden gebracht in deze studie en dat het ontbreken van de Noordhinder data vermoedelijk tot een onderschatting van de resultaten kan leiden. De kans op aanvaringen voor de Bank Zonder Naam (36 \* 5 MW) wordt bijvoorbeeld in Marin (2007) op 0,027 per jaar (ca. eens om de 40 jaar) geschat. Ondanks de aanzienlijke stijging blijft het risico voor Eldepasco kleiner t.o.v. het individueel risico voor de twee andere parken en wordt het als aanvaardbaar beschouwd.

Uit DNV (2008) blijkt dat de totale jaarlijkse hoeveelheid geloosde olie laag is (ongeveer 0,2 ton per jaar) en dat dit vooral toe te schrijven is aan de hoeveelheid geloosde tankerolie. Wanneer verondersteld wordt dat alle aanvaringen tot een olielozing leiden, dan wordt de hoeveelheid olie die vrijkomt in geval van een aanvaring met een olietanker tussen de 100 en 500 ton geschat en de gemiddelde hoeveelheid bunkerolie op ongeveer 20 ton per aanvaring. Uitgaande van de statistische bevinding dat slechts in 1 op 5 aanvaringen er een risico voor het milieu optreedt, dan zal het geloosde volume 5 keer hoger zijn (maar frequentie van voorkomen 5 keer lager).

#### **4.9.2.4 Leemten in de kennis**

Indirecte effecten doordat de schepen anders en/of meer geconcentreerd op bepaalde routes gaan varen en de kans en het effect op persoonlijk letsel worden niet besproken.

Problemen op het vlak van scheepvaartveiligheid zijn hoofdzakelijk het gevolg van menselijke nalatigheid of economische druk. Deze factoren vallen zeer moeilijk in te schatten, maar zijn zekere niet verwaarloosbaar in de analyse. Onopzettelijke menselijk falen werd betrokken in de analyse doch opzettelijke fouten niet.

#### **4.9.2.5 Mitigerende maatregelen**

De verschillende modelleringsresultaten (afhankelijk van de studie) tonen aan dat er een gebrek is aan eenduidigheid rond gebruik risicomodel en inputdata. Een gestroomlijnd beleid vanuit de bevoegde instanties rond het uitvoeren van de risico-analyse waarbij gebruik zou kunnen worden gemaakt van 1 model dat telkens wordt aangepast aan de meest recente scheepstraffiek en windenergie situatie zou de inschatting van de risico's eenduidiger en meer kostenefficiënt maken.

Daarnaast worden volgende veiligheidsmaatregelen voorgesteld:

- In de veiligheidszone van 500 m rond het windturbinepark, wordt geen scheepvaart toegelaten.
- Een interventieplan moet beschikbaar zijn voor incidenten met aanvaring tussen een schip en een windturbine en voor olievervuiling in de nabijheid van het windturbinepark.
- AIS (Automatic Identification System) voorzien op de windturbines die op de hoeken van het windturbinepark staan en een radiokanaal voorzien dat in verbinding staat met het controlecentrum van het windturbinepark.
- Opstellen van veiligheidsprocedures met betrekking tot scheepvaartverkeer gerelateerd aan het windturbinepark.
- Aanbrengen van navigatieverlichting en radarreflectoren voor bebakening van het windturbinepark ten behoeve van het scheepvaartverkeer.
- Eventueel bewaking van het scheepvaartverkeer rond het windturbinepark, met adequate waarschuwingsprotocols en/of wettelijke bepalingen.

Naast deze veiligheidsmaatregelen op het niveau van het windturbinepark zelf (initiatiefnemer), worden enkele maatregelen vermeld die buiten de verantwoordelijkheid liggen van de initiatiefnemer, maar wel de algemene veiligheid op zee ten goede zouden komen:

- Het uitrusten van het onderhoudsschip als een multifunctioneel schip met bijkomende functionaliteiten zoals slepersfunctie, brandbestrijding, oliebestrijding, etc.
- Gebruik van AIS (Automatic Identification System) bij alle schepen boven 300 GT (ongeveer 55 m), waardoor de kans dat een schip tegen een windturbine aanvaart (rammen) zal afnemen.
- Inzet van een sleepboot naar het voorbeeld van Nederland (De Waker). Volgens de informatie van de bevoegde diensten (Belgische Structuur Kustwacht, Ulrike Vanhessche, pers. comm.) zou het de bedoeling zijn om in de toekomst een multifunctioneel schip te kunnen inzetten als sleepboot en voor het bestrijden en beperken olieverontreiniging, etc.

#### **4.9.2.6 Monitoring**

Er wordt geen specifieke monitoring voorgesteld.

### **4.9.3 Radar en scheepscommunicatie**

#### **4.9.3.1 Methodologie**

De effecten op radar en scheepscommunicatie zijn bepaald in een deelstudie door Prof. Catrysse (april 2007).

De studie bevat:

- de situering en actuele gegevens (hoofdstuk 2),
- de effecten op de radars (frequenties ca. 9 GHz) en marifone installaties (ca. 160 MHz): SRK radarstations, scheepsradar, VHF radiocommunicatie-stations, RDF, DGPS zender in Oostende en AIS;
- in het laatste hoofdstuk een duidelijk overzicht van de belangrijkste conclusies.

Het volledige rapport bevindt zich in Bijlage. De belangrijkste conclusies worden hier kort herhaald.

#### **Bijlage 6: Deelstudie Radar en scheepscommunicatie – Catrysse (2007)**

#### **4.9.3.2 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling**

Langsheen de Belgische en het zuidelijke deel van de Nederlandse kust is een keten van kustradars opgesteld, de zogenaamde Schelde Radar Keten (of SRK). Deze radars dienen de overheid te helpen bij het organiseren van het scheepvaartverkeer in het zuidelijke deel van het BDNZ, de Scheldemonding en de zuidelijke Nederlandse mariene kustwateren.

Deze studie omvat de invloed van een inplanting van een windturbinepark op de Bank Zonder Naam op de radar en scheepscommunicatie. De Bank Zonder Naam bevindt zich voor de rede van Zeebrugge, tegen de grens met Nederland en op zowat 34 km van de radarinstallatie van Zeebrugge. De zandbank bevindt zich ongeveer 8 km ten noorden van de Thorntonbank en 5 km ten zuiden van de Bligh Bank. Uit de gegevens verstrekt door o.a. SRK blijkt dat er beperkt scheepvaartverkeer plaatsvindt tussen deze zandbank en de Thorntonbank, de zogenaamde Westrond route. De SRK-havenradar van Zeebrugge kan deze trafiek opvolgen, alhoewel dit niet meer tot het "officiële" observatiedomein van SRK behoort. De grote route van het Kanaal naar Rotterdam ligt veel noordelijker dan deze Bank Zonder Naam, en valt volledig buiten het bereik van de radarstations van SRK (Catrysse, 2007).

**Tabel 4.9.6: Afstand van SRK radarstations tot middelpunt off-shore windturbineparken**

<i>Afstand in km tot midden van</i>	<i>Bank Naam</i>	<i>Zonder</i>	<i>Bligh Bank</i>	<i>Thorntonbank</i>
Oostdijckbank	50,9		42,4	45,2
Oostende	42,5		39,6	33,9
Zeebrugge	33,9		38,2	25,4
Cadzand	43,8		50,9	39,6
Vlissingen	50,9		56,6	48,1
Westkapelle	39,6		53,7	36,7
Schouwenbank	42,5		53,7	50,9

Ter verduidelijking wordt op Figuur 4.9.2 en Figuur 4.9.3 een overzicht gegeven van (Catrysse, 2007):

- de ligging van de drie (geplande) offshore parken op de Bligh Bank, Bank Zonder Naam en Thorntonbank;
- de ligging van de verschillende SRK radarstations;
- het officiële werkingsgebied van de SRK radarobservatie (paarse lijn);
- werkelijk werkingsgebied van de SRK radarstations (cirkels op Figuur 4.9.3);
- het grensgebied van radarbereik in een vereenvoudigde vorm aangegeven (gele lijn).

**Figuur 4.9.2: Overzicht van de inplanting van de radars van de Schelderadarketen**

**Figuur 4.9.3: Overzicht van het bereik van de radars van de Schelderadarketen**

Voor een gedetailleerde beschrijving van de gegevens qua inplanting, frequenties en vermogens van de radarstations en marifone installaties en systemen wordt verwezen naar de verschillende tabellen in de studie van Catrysse (2007) (Bijlage 6).

Hierbij wordt opgemerkt dat het normale bereik van de SRK radar voor grote schepen zowat 30 à 35 km bedraagt (en maximaal tot 43,2 km kan oplopen bij een volledige reflectie). Dit betekent dat voor deze studie hoofdzakelijk dient rekening gehouden te worden met de radarposten van Zeebrugge en Westkapelle. De Bligh Bank valt niet binnen het eigenlijke werkingsgebied VTS-SM (VTS voor Schelde en Mondingen) en VTS-VK (VTS voor Vlaamse Kust) (Catrysse, 2007; appendix 3). Desalniettemin wordt het scheepvaartverkeer dat Westrond-noord vaart, toch door de radarpost van Zeebrugge opgevolgd, en gedeeltelijk door de radarstations van Oostende en Westkapelle.

Voor de andere marifone systemen, dient in principe telkens een analyse van het toepassingsgebied gemaakt te worden. Toch kan gesteld worden dat het effectieve bereik van deze installaties op ca. 40 km dient geschat te worden, gegeven de hoogte van de antennemasten en de kromming van de aarde.

De gegevens van de twee off-shore radarstations werden niet in de studie van Catrysse (2007) opgenomen, wegens niet direct relevant voor deze studie, aangezien de afstand tussen radarstation en het windturbinepark van die aard is, dat ze buiten het actieve observatiegebied van de betreffende radarstations vallen. Toch is het radarstation op de Schouwenbank belangrijk, om de scheepvaarttrafiek ten oosten van de windturbineparken te bewaken.

#### **4.9.3.3 Effecten tijdens de exploitatiefase**

Volgens Catrysse (2007) blijkt dat voor grote windturbines de mast de dominante factor vormt bij marifone systemen. Dit komt ondermeer door het feit dat de verschillende systemen in een zeevaart-

omgeving steeds een radiopad beslaan tegen het aardoppervlak, maar ook dat zowel de gondel als de wieken een beduidend kleinere "effectieve radar/radio doorsnede" uitmaken dan de mast zelf. Uit voorgaande studies en beschikbare literatuur omtrent de mogelijke invloed op radarsystemen, blijkt voldoende dat de mast een dominant effect met minstens 15 à 20 dB voorstelt.

Bovendien kunnen grotere reflecterende voorwerpen de volgende effecten veroorzaken:

- dode zones en verzwakking van het signaal achter het voorwerp. Dit vermindert het normaal bereik van de installatie;
- meervoudige reflecties, waardoor mogelijke meervoudige (foutieve) echo's ontstaan;
- verzadiging van de ontvanger bij sterke reflecties op voorwerpen dichtbij het systeem;
- valse echo's door multi-reflecties op andere voorwerpen (door verstrooiing);
- verlenging van de delay-spread van RF-datacommunicatie (met foutieve ontvangst data).

Deze effecten dienen evenwel gezien te worden in het kader van de positie van zowel de radio/radar systemen en de inplanting van de windturbines. Rekening houdend met de ligging van de Bank Zonder Naam ten opzichte van de kuststations, kan het mogelijke effect van verzadiging van de ontvanger enkel optreden in het geval van de scheepsradar (Catrysse, 2007).

In de volgende paragrafen worden de effecten op de diverse systemen beknopt besproken. Hierbij wordt meteen rekening gehouden met de ligging van de Bank Zonder Naam, namelijk op een afstand van ongeveer 34 km tegenover Zeebrugge (Catrysse, 2007).

## **SCHELDERADARKETEN (SRK)**

De inplanting van de windturbines op de Bank Zonder Naam (oorspronkelijke en uitgebreide concessiegebied), zal de radaropvolging door SRK niet in het gedrang brengen. Enerzijds ligt de inplanting buiten de reikwijdte van de meeste radarposten. Anderzijds wijzigt de situatie zich niet voor alle scheepvaartverkeer dat zich voor deze Bank Zonder Naam bevindt. Voor het gebied achter de Bank Zonder Naam zullen zich schaduwzones aftekenen, zowel voor de radarobservatie als voor andere marifone systemen. Doch dit gebied situeert zich sowieso op de limiet van bereikbaarheid. Een en ander zal verder afhangen van de realisatie van andere projecten, en de mogelijke inplantingen van windturbineparken. Hiervoor wordt ook verwezen naar het hoofdstuk 6 "Cumulatieve effecten".

Ook dient gesteld te worden dat het type windturbine (3 MW - 7 MW) geen invloed zal hebben op deze situaties.

## **SCHEEPSRADAR**

De invloed van mogelijke meervoudige reflecties met betrekking tot de scheepsradar is voelbaar binnen een zone van zowat 1 km afstand tot het windturbinepark. Toch is het duidelijk dat mogelijke meervoudige reflecties geen a priori gevaarlijke situaties zullen opleveren, en meestal slechts een vals beeld binnen of in de onmiddellijke nabijheid van het park zullen opleveren. Er zal nooit een valse echo kunnen optreden, waarbij een vals beeld gevormd wordt tussen het schip en het eerste object in de nabijheid van het schip.

## **VHF RADIOCOMMUNICATIE-STATIONS**

Voor de marifone VHF (very high frequency) communicatie kan gesteld worden dat enkel voor de communicatie op de Westrond-noord route en de verre routes enig voorbehoud dient gemaakt te worden. In die zin dat zowel de vrije Fresnel-zones tussen de turbines, als het effect van schaduw en attenuatie door diffractie net achter de turbines enige invloed kunnen hebben. Maar ook hier dient duidelijk gesteld dat voor het gebied voor de Bank Zonder Naam er zich geen wijzigingen voordoen met

de actuele toestand en dat dit enkel kan in het gebied achter de Bank Zonder Naam. Ook hier is de werkelijke beperking het bereik van de radio-installaties zelf.

### **RADIO DIRECTION FINDER (RDF)**

Voor de RDF systemen kan met zekerheid gesteld worden dat de invloed eerder minimaal en zelfs marginaal zal zijn, ook voor wat de verre routes betreft, met een maximale fout op de hoekbepaling van 0,5°.

### **DGPS SYSTEEM**

De inplanting van het off-shore windturbinepark zal geen invloed hebben op het gebruik van het 312 kHz DGPS systeem.

### **AUTOMATIC INFORMATION SYSTEM (AIS)**

AIS is een systeem van automatische informatie vergaring, dat gebruik maakt van de 'normale' marifone VHF kanalen 87b en 88b (rond 162 MHz) met een digitale vorm van datatransmissie. Uit de studie van Catrysse blijkt dat aan de voorwaarden voor de delay-spread voor het AIS systeem wordt voldaan, en dat de inplanting van het off-shore windturbinepark op de Bank Zonder Naam dus geen invloed zal hebben op de datacommunicatie via het AIS systeem.

### **BESLUITEN**

Volgens Catrysse (2007) kan algemeen gesteld worden dat de realisatie en inplanting van een off-shore windturbinepark op de Bank Zonder Naam (zowel in oorspronkelijk als uitgebreide concessiegebied) vrijwel geen invloed zal hebben op de bewaking van en communicatie met het scheepvaartverkeer, zoals het zich momenteel voordoet.

#### ***4.9.3.4 Mitigerende maatregelen***

Er dient op gewezen te worden dat de bewaking van het windturbinepark zelf in de studie van Catrysse (2007) niet aan bod gekomen is. Voor deze opdracht dienen er gepaste maatregelen getroffen te worden, vooral om ook de verre kant van het off-shore park adequaat te bewaken. Hierbij dient door de verantwoordelijke instanties onderzocht te worden of een bijkomende radarinstallatie, op een gepaste locatie en met eventueel een beperkte reikwijdte, wenselijk is.

Het is echter evident dat een dergelijke extra radarinstallatie meteen de mogelijke andere off-shore windturbineparken zou moeten "bedienen" (zie ook hoofdstuk 6 "Cumulatieve effecten").

#### ***4.9.3.5 Monitoring***

Er wordt geen specifieke milieumonitoring voorgesteld.

### **4.9.4 Olieverontreiniging**

#### ***4.9.4.1 Methodologie***

Voor de bespreking van de olieverontreiniging zijn verschillende aspecten in ogenschouw genomen.

Voor de bespreking van de referentiesituatie wordt kort besproken wat gekend is van olievervuilingen op het BDNZ, voornamelijk op basis van gegevens van het toezichtprogramma op de Noordzee vanuit de lucht. Daarnaast is ook gebruikt gemaakt van beschikbare literatuur.

Voor de bespreking van de effecten van een olieverontreiniging zijn op de Thorntonbank studies uitgevoerd door WL Delft Hydraulics (Kleissen, 2003; Boot, 2003). Zij hebben op basis van modellen van de hydrodynamica van de Noordzee en modellen van olieverspreiding (Part 3D Delft) de verspreiding van een olielozing gesimuleerd. Voor de beschrijving van de methodologie verwijzen we naar Kleissen (2003).

De belangrijkste conclusies die getrokken kunnen worden op basis van deze studie zullen hieronder besproken worden. De analyse van WL Delft Hydraulics vormt de basis voor een ecotoxicologische analyse van de effecten van de aanwezigheid van de olie op fauna.

#### **4.9.4.2 Referentiesituatie**

Aangezien het projectgebied in de Noordzee ligt, valt dit onder de regelingen die van toepassing zijn op de MARPOL "speciale zones", Bijlage I. Het lozen van oliehoudende vloeistoffen is daarbij verboden. De interne regelingen en controle worden verondersteld afdoende te zijn opdat geen lozingen zouden plaatsvinden. In praktijk komen we tot de conclusie dat illegale olieverontreinigers een groot aandeel blijven houden in de olievervuiling in de Noordzee (zie bijvoorbeeld Oskar Commissie, 2000).

Olievervuiling als gevolg van dit project kan op twee manieren optreden. De eerste mogelijke oorzaak is een incident met een windturbine of een incident op het transformatorplatform, met als resultaat het lekken van olie of olieachtige smeermiddelen.

De tweede mogelijk oorzaak van olievervuiling is een onvoorzien verlies van olieachtige substanties van een schip. Dit kan gebeuren met schepen die betrokken zijn bij de werkzaamheden rond het project in de bouwfase, de bekabeling of tijdens het onderhoud of de ontmanteling. Een onvoorzien verlies van olieachtige substanties kan ook het gevolg zijn van een incident of ongeval met schepen die geen verband houden met het project.

Een onvoorzien verlies van olie uit schepen kan verscheidene oorzaken hebben:

- een aanvaring tussen twee schepen;
- schepen die botsen (door een navigatiefout, onachtzaamheid of een technische storing) met een stilstaand obstakel (een turbine of een transformatorplatform) of een drijvend obstakel;
- aan de grond lopen;
- scheuren in de romp;
- zinken;
- brand aan boord;
- onvoorziene lozing of verlies;
- ernstige nalatigheid en/of opzettelijke (criminele) lozingsactiviteiten.

Figuur 4.9.4 geeft de geobserveerde olieplekvervuiling door BMM weer in het zuidelijk deel van de Noordzee. In de nabijheid van het projectgebied zijn er enkele (olie)vervuilingen geobserveerd tijdens deze observatieperiode. Het betreffen zowel olievervuilingen  $< 1 \text{ m}^3$ , als vlekken tussen  $1 - 10 \text{ m}^3$ .

#### **Figuur 4.9.4: Overzicht van geobserveerde olieplekken door het Belgische toezichtsvliegtuig in de Noordzee (1998-2003) (BMM, 2005a)**

In hoeverre dit voortkomt uit onvoorzien verlies of illegale lozing kon niet met zekerheid worden vastgesteld. De kans dat een illegale lozing opgemerkt wordt, is vrij klein. Desalniettemin wordt een dalende trend opgemerkt door het ontradend effect dat teweeg gebracht wordt door controleacties met vliegtuigen. Zo werd in april 2007 nog een grootscheepse controleactie tegen olievervuiling op de

Noordzee afgerond, waarbij 10 dagen lang 7 vliegtuigen uit 6 landen (waaronder België) 24 uur op 24 het Kanaal en de Noordzee hebben overgevlogen. Het ging om de grootste controleactie ooit. Er werd gezocht naar schepen die olie lozen op zee, voor de kust van België, Nederland, Frankrijk en Groot-Brittannië. De Noordzee werd ook met satellieten afgespeurd naar olievlekken. In totaal werden 45 oliesporen opgemerkt en 5 schepen werden op heterdaad betrapt op het illegaal lozen van olie (VRT, 2007).

Op basis van bovenstaande en de andere beschikbare gegevens (zie ook 4.9.2, en de studie van MARIN, 2007) is het momenteel niet mogelijk om een betrouwbare kwantitatieve risicobepaling uit te voeren voor de kans dat een olievlek, b.v. veroorzaakt door een aanvaring van 2 schepen, zou doordringen in het projectgebied van de Bank Zonder Naam. Men mag wellicht aannemen dat deze mogelijkheid reëel is.

Naast de vliegtuigtellingen, kan het systematisch tellen van gestrande vogels en het scoren van de vogels die met olie besmeurd zijn, een indicatie opleveren voor de mate van chronische olievervuiling van de zee (Seys, 2001). De proportie met olie besmeurde zeekoeten onder deze die dood of stervend gevonden worden op het strand, is voorgesteld als een graadmeter voor de ecologische kwaliteit van het mariene milieu (EcoQ) (Stienen *et al.*, 2004). Uit een vergelijking tussen de verschillende Noordzeelanden van de oliebevuilingsgraad bij Zeekoeten, blijkt dat de zuidelijke Noordzee tot de meest gecontamineerde gebieden van de Noordzee behoort (Camphuysen, 2004). In de winter 2003/2004 was 52% van de gevonden Zeekoeten besmeurd met olie. Ondanks een daling van de vervuilingsgraad ten opzichte van de periode 1990-1999 is de voorgestelde EcoQ van minder dan 10% met olie besmeurde zeekoeten nog lang niet bereikt (Stienen *et al.*, 2004).

Een historische analyse (van 1960 – 2003) van accidenten met olieverontreiniging die een potentieel gevaar opleveren voor de Belgische kust gebaseerd op literatuurgegevens, wordt samengevat in Tabel 4.9.7 (Zeegra, 2006). Het studiegebied voor de historische analyse omvat het BDNZ, en volgende aangrenzende wateren tussen:

- de oostelijke Engels-Nederlandse grenslijn tussen de Norfolk kust (Eng) en Den Helder (NI);
- de westelijke Engels-Franse grenslijn tussen South-Hampton (Eng) en Cherbourg (Fr).

Gedurende de laatste 40 jaar, zijn er een 30-tal incidenten geweest met olie, die een potentieel gevaar opleverden voor de Belgische Kust. De geleeke volumes variëren tussen de 10.000 ton (Olympic Alliance, Dover Street, 1975, Iranian light crude) en minder dan 10 ton (b.v. Noordpas incident, EEZ, 2001, olie niet verder gespecificeerd). De helft van de vervuiling werd veroorzaakt door stookolie, benzine, crudes, terwijl de andere helft niet geïdentificeerd werd.

Dit resulteerde dus in gemiddelde geleeke hoeveelheden van ongeveer 1.500 ton voor het totale gebied en 500 ton voor het BDNZ. Deze grote hoeveelheid is hoofdzakelijk te wijten aan het accident met de British Trent (1993) waarbij ongeveer 5000 ton in zee terecht kwam. Een analyse exclusief dit accident geeft voor het BDNZ een gemiddelde geleeke hoeveelheid van ongeveer 50 ton. Deze bevinding wordt trouwens bevestigd door het luchttoezicht van de BMM waarbij de maximale olievlekken tussen de 10-100 m<sup>3</sup> bedroegen (zie ook verder).

Ook de berekeningen van een aanvaring tussen een schip op drift en een stilstaand object door Germanisher Loyd (2003) kwamen tot gemiddelde vrijgekomen volumes van ongeveer 50 ton (in de gegunde constellatie).

Door de recente verplichting, waarin vereist wordt dat tankers dubbelwandig zijn, zal de geleeke olie als gevolg van scheepsongelukken in de toekomst waarschijnlijk vooral bestaan uit bunkerolie.

**Tabel 4.9.7: Overzicht olie-accidenten in het BDNZ en aangrenzende wateren**

<i>Maritieme zone</i>	<i>Accidenten (#)</i>	<i>Totaal getransporteerde hoeveelheid (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Gem. hoeveelheid gespild (m<sup>3</sup>)/ accident</i>
België	11	5.610	510
Frankrijk	5	7.690	1.538
Groot-Brittannië	10	29.000	2.900
Nederland	4	1.825	456
Totaal	30	44.125	1.471

Cedre (2003). Accidental spills of sea transport around the British Isles since 1960 (<http://www.le-cedre.fr>)

BMM (2005). Overzicht accidenten sinds 1990.

Tabel 4.9.8 geeft een overzicht van de oorzaak van accidenten met olie sinds 1960 voor België en de relevante buurlanden (gebaseerd op Le Roy *et al.*, 2006). De belangrijkste oorzaken zijn aanvaringen (70%), gevolgd door incidenten door een verkeerd manoeuvre (7%).

**Tabel 4.9.8: Oorzaken van accidentele olievervuiling in het BDNZ en aangrenzende wateren (RAMA-studie: Le Roy *et al.*, 2006)**

<i>Oorzaak</i>	<i>Aantal accidenten</i>	<i>percentage</i>
Slechte weersomstandigheden	23	77%
Aanvaring	21	70%
Aan de grond lopen	1	3%
zinken	1	3%
Incidenten aan boord van het schip	4	13%
Verkeerd manoeuvre	2	7%
Foute constructie	1	3%
Brand	1	3%
Berging	1	3%
Onbekend	2	7%

Er werden geen algemeen geldende gegevens gevonden over de correlatie tussen het optreden van olievervuiling (hoeveelheid; soort) en het soort ongeval. Anderzijds blijkt uit gegevens over de gerapporteerde olievervuiling door verschillende types tankers (zie Tabel 4.9.9: ITOPF, 2006) op wereldniveau dat aanvaringen meestal resulteerden in vervuiling op grote schaal (>7 ton) en dat scheuren in de romp grotendeels tot vervuiling op kleine schaal leiden.

**Tabel 4.9.9: Accidentele olievervuiling (- en aandeel in %) veroorzaakt door tankers tussen 1974 en 2006, verdeeld in vervuiling o.b.v. aantal ton en in het soort activiteit (ITOPF, 2006)**

<i>1974-2006</i>	<i>&lt; 7 ton</i>		<i>7-700 ton</i>		<i>&gt; 700 ton</i>		<i>Totaal</i>	
<i>Oorzaak</i>	<i>Aantal</i>	<i>%</i>	<i>Aantal</i>	<i>%</i>	<i>Aantal</i>	<i>%</i>	<i>Aantal</i>	<i>%</i>
Normale werking (totaal)	4.547	58%	414	35%	31	9%	4.992	54%
laden / uitladen	2.821	36%	332	28%	30	9%	3.183	34%
bunkering	548	7%	26	2%	0	0%	574	6%
andere	1.178	15%	56	5%	1	0%	1.235	13%
Ongevallen (totaal)	1.072	14%	623	53%	288	84%	1.983	21%



1974-2006	< 7 ton		7-700 ton		> 700 ton		Totaal	
Oorzaak	Aantal	%	Aantal	%	Aantal	%	Aantal	%
Aanvaring	173	2%	296	25%	97	28%	566	6%
Aan de grond lopen	235	3%	222	19%	118	34%	575	6%
Scheuren in de romp	576	7%	90	8%	43	13%	709	8%
Brand, explosie	88	1%	15	1%	30	9%	133	1%
Diverse oorzaken/ ongekende	2.181	28%	148	12%	24	7%	2.353	25%
<b>TOTAAL</b>	7.800	100%	1.185	100%	343	100%	9.328	100%

#### 4.9.4.3 Effecten van een olieverontreiniging

Een olielozing (accidenteel, operationeel of illegaal) houdt potentiële effecten in op de verschillende organismen in de waterkolom, bentische organismen en avifauna.

Met het oog op de impact van olievervuiling moet men rekening houden met de weersomstandigheden tijdens de vervuiling, de soort olie, de gelekte hoeveelheid en de plaats waar het lek plaatsvond. Deze kenmerken zullen bepalend zijn voor de omvang van de olievlek, de stroombaan en hoe snel deze uiteen zal vallen, emulgeren, verdampen, verspreiden en zinken. Simulaties kunnen aangeven welke omstandigheden - in termen van waar de olie gelekt is, de meteorologie, het vervuilingniveau en indammingacties - een risico inhouden bij het bestrijden van vervuiling en deze geven ook de mogelijkheid om risicoprofielen op te stellen.

De meest recente studie voor de bespreking van de effecten van een olieverontreiniging is een studie uitgevoerd door WL Delft Hydraulics (Kleissen, 2003; Boot, 2003). Zij hebben op basis van modellen van de hydrodynamica van de Noordzee en modellen van olieverspreiding (Part 3D Delft) de verspreiding van een olielozing gesimuleerd. Voor de beschrijving van de methodologie verwijzen we ook naar de studies.

De simulaties van WL Delft Hydraulics zijn gebaseerd op een *worst-case* scenario. *Worst-case* scenario dient hier gezien te worden in de optiek van de bestrijding en interventietijd en de mogelijke vervuiling van de drijvende olie op de kust. Daarom is er voor de studie gekozen voor een situatie van hoge windsnelheid (17 m/s); een windrichting die zo recht mogelijk naar de dichtstbijzijnde Belgische of Nederlandse kust blaast (NNO-WZW), en een volume dat nog net binnen de capaciteit van de bestrijdingsmogelijkheden ligt. Daarnaast is ook aandacht besteed aan de mogelijke invloed van het lozingsmoment en aan de modelparameter windfrictie-coëfficiënt. Het is duidelijk dat deze scenario's dus niet uitgekozen zijn omwille van een ecologische *worst-case*.

Afhankelijk van het meteorologische meetpunt kon afgeleid worden dat deze omstandigheden in ongeveer 1,2 tot 2,6 % van alle observaties bereikt werden en dus waarschijnlijk resulteren in stranding van de olieverontreiniging aan de Belgische kust.

Ter volledigheid wordt hier nogmaals verwezen naar de risico-inschatting voor het optreden van schade aan het milieu als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine door een schip. De kans dat er hierdoor een uitstroom van olie is eerder gering. Er wordt volgens DNV (2008) een gemiddelde olie-uitstroom van ongeveer 0,2 m<sup>3</sup> per jaar verwacht (zie ook 4.9.2.3). Wanneer verondersteld wordt dat alle aanvaringen tot een olielozing leiden, dan wordt de hoeveelheid olie die vrijkomt in geval van een aanvaring met een olietanker tussen de 100 en 500 ton geschat en de gemiddelde hoeveelheid bunkerolie op ongeveer 20 ton per aanvaring. Uitgaande van de statistische bevinding dat slechts in 1 op 5 aanvaringen er een lozing in zee optreedt, dan zal het geloosde volume 5 keer hoger zijn (maar frequentie van voorkomen 5 keer lager).

## BESTRIJDING VAN OLIEVLEKKEN

Er wordt voor de effectbespreking gebruik gemaakt van extrapolatie van gegevens en besluiten uit volgende MER's: C-Power (Ecolas, 2003) en Zeegra (Ecolas, 2006). Daarbij werd onder andere voor de inschatting van de tijd die beschikbaar is voor de oliebestrijding gebruik gemaakt van de modelleringresultaten van WL Delft Hydraulics (Kleissen, 2003; Boot, 2003). Deze omstandigheden zullen zich maximaal 1 à 2 dagen per jaar voordoen. Verder werden tal van "worst-case" veronderstellingen vanuit het standpunt van de interventie ingebouwd als wintertoestand, hoeveelheid olie, geen bestrijding op zee, etc.

Bij de simulatiecondities van wind uit het NNW of 340° verplaatst de olievlek zich onder de gegeven invloed van de wind richting de Belgische kust. Op basis van de gegevens uit de MER Zeegra (Ecolas, 2006) werden 2 scenario's op een verschillende afstand voor de aanspoeltijden geëxtrapoleerd (zie Tabel 4.9.10). Uit de projectbeschrijving blijkt dat de Bank Zonder Naam zich op ca. 35 km van de Belgische kust bevindt. Indien de aanspoeltijden voor een olievlek geëxtrapoleerd worden voor een olievlek in de nabije omgeving van de Bank Zonder Naam, dan spoelen de eerste oliedeeltjes aan na ongeveer 19 uur op de Belgische kust, hetgeen een gemiddelde snelheid betekent van ongeveer 0,5 m/s. Dit tijdstip van aanspoelen wordt niet significant beïnvloed door het tijdstip van lozing, maar is dus voornamelijk windgedreven. Wanneer een dergelijke lozing plaatsvindt gedurende een springtij in plaats van een doottij, dan zal echter wel de lengte van strand waar de olie aanspoelt groter zijn. Bij een hogere windfrictie van 5 % in plaats van 3 % spoelen de eerste oliedeeltjes na ongeveer 12 uur aan (gemiddelde snelheid van ongeveer 0,83 m/s). Dit geeft aan dat de gemiddelde snelheid is toegenomen met hetzelfde percentage als de toename van de frictiefactor.

**Tabel 4.9.10: Simulaties van tijdstip van aanspoeling aan de Belgische Kust (17m/s, NNW)**

<i>Gebied</i>	<i>Afstand gebied - Belgische kust (km)</i>	<i>Tijdstip aanspoelen (u) bij 3% wind frictie</i>	<i>Tijdstip aanspoelen (u) bij 5% wind frictie</i>
Concessiegebied Sector 2A	18,8	10	7
Concessiegebied Sector 2C	21,6	12	8
Concessiegebied Sector 1B	25,7	14	9
Concessiegebied sector 1A	29,0	16	10
Extrapolatiezone 1	35,0	19	12
Extrapolatiezone 2	40,0	22	13

Er is dus een relatief korte tijd om tussenbeiden te komen in het geval van een olielozing. Hierbij dient wel opnieuw de nadruk gevestigd te worden op het feit dat het hier gaat om scenario's met een windsnelheid van 17 m/s of 7 Beaufort. Bij deze weersomstandigheden is interventie hoe dan ook een hachelijke en moeilijke zaak en de efficiëntie van de bestrijding laag (te hoge golven zullen bijvoorbeeld het gebruik van booms sterk bemoeilijken en is het uitvaren van bepaalde schepen problematisch). Anderzijds geeft dit de minimale tijd weer. In geval van lagere windsnelheden zal er dus meer tijd zijn om interventies op touw te zetten en zal bestrijding op zee eenvoudiger zijn.

Naast het feit van de interventietijd, kunnen er zich verder ook problemen voordoen door het feit dat de windturbines een obstakel kunnen vormen voor het bestrijden van de olievlek. Dit zal vooral het geval zijn als de gelekte volumes groter zijn. Een lek van 20 m<sup>3</sup> is voldoende om een cirkelvormig oppervlak met een straal van 500 m te bedekken met een uniforme dikte van 0,1 mm, dit is ongeveer de minimale afstand tussen twee windturbines. Men mag niet vergeten dat de olie zich zelden in een cirkelvorm verspreidt. Het verspreiden van de olie hangt ook af van het soort en de viscositeit: dieselolie verspreidt zich verder en sneller dan zware stookolie of ruwe olie.

Zelfs een olievlek van meer dan enkele tientallen ton, die van buiten het park afkomstig is, kan dus een probleem vormen. Wanneer de olievlek te dicht bij de windturbines komt, maakt dit het indammen moeilijker omdat de bestrijdingsschepen hier veel omzichtiger moeten manoeuvreren. De bestrijding zelf gebeurt door het indammen van de olievlek met behulp van drijflichamen (booms). De olie wordt daarna verzameld in een container met behulp van "skimmers" (boot, vacuüm pomp, absorberend materiaal) en afgevoerd. Eventueel wordt gebruik gemaakt van chemische dispersanten die de olie afbreekt in kleinere partikels die minder schadelijk zijn.

Een mogelijk voordeel van de windturbines is dat ze gebruikt kunnen worden als ankerpunten voor het vastmaken van olieschermen om olievlekken in te dammen, indien ze bij incidenten snel genoeg bereikt kunnen worden. Hierbij dient de relatieve omvang van het park versus de afstand tot de kust niet vergeten te worden.

Uit de resultaten van de modellering blijkt dat er ook verschillen kunnen gevonden worden tussen de oppervlakte die verontreinigd wordt. Een lozing bij springtij blijkt te resulteren in een grotere verspreiding van de olie, wat de bestrijding zou bemoeilijken ten opzichte van een lozing bij dood tij. In het geval van een scenario bij springtij en 5 % frictiecoëfficiënt blijkt dat na 6 à 8 uur de olievlek een lengte heeft bereikt van meer dan 20 km. De olievlek is korter bij 3% frictiecoëfficiënt en nog kleiner bij doodtij.

### Besluiten

Er kan gesteld worden dat de kans op een olieverontreiniging van de Belgische zeer gering is op basis van de simulatiegegevens van de WL Delft Hydraulics (Kleissen, 2003; Boot, 2003). Het grootste gevaar op stranding van een olievlek afkomstig van de omgeving van de Bank Zonder Naam treedt op bij een hoge windfrictie (5%), waarbij de minimale interventietijd 12 uur bedraagt.

## **KWANTITATIEVE EFFECTBESCHRIJVING VOOR ORGANISMEN IN DE WATERKOLOM**

### Inleiding

De enige recente kwantitatieve gegevens voor het BDNZ met betrekking tot organismen in de waterkolom is terug de modellering die gebeurd is door Delft Hydraulics. Om deze gegevens te kunnen kaderen, is het belangrijk volgende randopmerkingen te maken:

- Om de impact van de gemodelleerde olieverontreiniging op beide diergroepen te evalueren werd de blootstelling aan en het effect van zware stookolie (HFO) onderzocht.
- Een bespreking wordt gegeven van de effecten van een lozing van 1.000 ton HFO die gesimuleerd werd. De keuze van 1.000 ton werd gemaakt op basis van het maximale volume dat nog binnen de capaciteit van de bestrijdingsmogelijkheden ligt voor België. De berekende volumes volgens de studie van Germanisher Lloyd worden echter geschat in de grootte orde van 50 ton voor een aanvaring tussen een schip en een stilstaand voorwerp (b.v. een windturbine).
- Zoals reeds gezegd, wordt er volgens DNV (2007) een gemiddelde olie-uitstroom van minder dan 0,2 m<sup>3</sup> per jaar verwacht (zie ook 4.9.2.3). Wanneer verondersteld wordt dat alle aanvaringen tot een olielozing leiden, dan wordt de hoeveelheid olie die vrijkomt in geval van een aanvaring met een olietanker tussen de 100 en 500 ton geschat en de gemiddelde hoeveelheid bunkerolie op ongeveer 20 ton per aanvaring. Uitgaande van de statistische bevinding dat slechts in 1 op 5 aanvaringen er een lozing in zee optreedt, dan zal het geloosde volume 5 keer hoger zijn (maar frequentie van voorkomen 5 keer lager).

Er wordt voor de effectbespreking gebruik gemaakt van extrapolatie van gegevens en besluiten uit volgende MER's: C-Power (Ecolas, 2003) en Zeegra (Ecolas, 2006), en de RAMA-studie (Le Roy *et al.*, 2006). Voor meer gedetailleerde informatie wordt dan ook naar deze studies verwezen.

## Impactevaluatie

Om de impact van zware stookolie te bepalen, dienen de omgevingsconcentraties gekend te zijn. Het studiebureau WL Delft Hydraulics heeft de concentraties in de waterkolom na een olielozing ingeschat aan de hand van een verspreidingsmodel. De bekomen concentraties in de waterkolom hebben betrekking op de gedispergeerde fractie van de olie. Opnieuw wordt enkel de *worst case* simulatie besproken voor de Belgische kust.

Voor de Belgische kust is dit scenario "Hyd17\_w" (340°, 17 m/s, doortij, 3% windfrictie) omdat in deze simulatie dezelfde of hogere olieconcentraties voorspeld worden t.o.v de andere simulaties bij deze windrichting. De hoogste fracties worden teruggevonden in de waterfractie 0-10% en 90-100% namelijk 99,9 µg/l. Bij lagere windsnelheden wordt de afwezigheid van olie in de waterkolom voorspeld.

De berekening van de directe verliezen door WL Delft Hydraulics ten gevolge van een lozing van zware stookolie is weergegeven in Tabel 4.9.11 (worst case scenario). Voor meer gedetailleerde informatie wordt ook verwezen naar het MER C-Power (Ecolas, 2003). De directe verliezen van invertebraten en vissen, bij blootstelling aan de hoogste potentiële concentratie van zware stookolie uit de simulaties, zeer gering zijn.

**Tabel 4.9.11: Berekening van de directe verliezen in het "worst-case" scenario**

<i>Parameter</i>	<i>Invertebraten</i>	<i>Vissen</i>
$X_0$ ( $\log_{10}$ van de omgevingsconcentratie)	$99,9 \cdot 10^{-3}$ mg/l	$99,9 \cdot 10^{-3}$ mg/l
$\mu$ ( $\log_{10}$ van de LC50 voor die biotagroep)	1,328	1,851
$Y_0$ (het direct verlies voor een bepaalde biotagroep)	-2,805 of 0,2%	-3,434 of 0,14%

## Besluiten

Uit Tabel 4.9.11 blijkt dat de directe verliezen van invertebraten en vissen, bij blootstelling aan de hoogste potentiële concentratie van zware stookolie uit de simulaties, zeer gering zijn. In geval van lagere windsnelheden worden de effecten als nul ingeschat.

## **KWANTITATIEVE EFFECTBESCHRIJVING VOOR AVIFAUNA**

Hierna worden de effecten op de avifauna onderzocht. Zowel de effecten op het vogelbestand in open zee als de effecten op het vogelbestand op het land worden bekeken. Ook hier worden simulaties voor de Belgische kust uitgevoerd. Er wordt voor de effectbespreking gebruik gemaakt van gegevens en besluiten uit volgende MER's: C-Power (Ecolas, 2003) en Zeegra (Ecolas, 2006), en de RAMA-studie (Le Roy *et al.*, 2006). Voor meer gedetailleerde informatie wordt dan ook naar deze studies verwezen.

## Vogelverliezen open zee lozing

Hierna worden de verliezen aan vogels berekend ten gevolge van een incident met olieverlies in open zee. In eerste instantie dient te worden nagegaan welke oppervlakte met olie verontreinigd is, op basis van de modellering. Opnieuw worden enkel de resultaten gegeven van de simulatie bij een windsnelheid van 17 m/s (het *worst-case* scenario). Dit is het scenario waarbij het grootste oppervlak gedurende de langste tijd met olie bedekt is. Voor de Belgische kust is dit het scenario waarbij 47 km<sup>2</sup> kust verontreinigd wordt bij een lozing op de Thorntonbank.

**Figuur 4.9.5: Oppervlakte van de olievlek in functie van de tijd voor de simulatie hyd17\_w2 (wind aan 17 m/s vanuit NNO bij springtij met 3% frictiecoëfficiënt)**

De impact op het vogelbestand is een functie van de densiteit en de kwetsbaarheid van de vogelsoorten. De gegevens inzake vogeldensiteit zijn gemiddelden voor de Belgische kustwateren in de periode 1992 - 1998 (Seys, 2001). De gehanteerde kwetsbaarheidindex (Tabel 4.9.12) werd opgesteld door het Instituut van Natuurbehoud (Vandenbroele *et al.*, 1997).

De impactberekening voor zware stookolie voor de Belgische kust bij een windsnelheid van 17 m/s is weergegeven in

Tabel 4.9.13 (worst case scenario). Gezien telkens uitgegaan werd van de grootst mogelijke aangetaste oppervlakte is het ingeschatte aantal dode vogels een benaderende weergave.

**Tabel 4.9.12: Kwetsbaarheidsindex van vogelsoorten in BDNZ (Vandenbroele *et al.*, 1997)**

Vogelsoort	Kwetsbaarheidindex	% mortaliteit
Duiker	29	89,9
Fuut	23	71,3
Noordse Stormvogel	18	55,8
Jan van Gent	22	68,2
Zwarte Zee-eend	19	58,9
Grote Jager	25	77,5
Dwergmeeuw	24	74,4
Kokmeeuw	11	34,1
Stormmeeuw	13	40,3
Kleine Mantelmeeuw	19	58,9
Zilvermeeuw	15	46,5
Grote Mantelmeeuw	21	65,1
Drieteenmeeuw	17	52,7
Grote Stern	20	62
Visdief/Noordse Stern	20	62
Zeekoet	25	77,5
Alk	25	77,5

**Tabel 4.9.13: Impact van zware stookolie op het vogelbestand in open zee bij *worst-case* scenario (windsnelheid 17 m/s)**

Vogelsoort	Densiteit (aantal/km <sup>2</sup> )	Aantal op 47 km <sup>2</sup> (Belgische kust)	% mortaliteit	Aantal dode vogels (Belgische kust)
Duiker	0,25	11,75	89,9	11
Noordse stormvogel	0,14	6,58	55,8	4
Jager	0,01	0,47	77,5	1
Alk/Zeekoet	4,04	189,88	77,5	148
Zwarte/Grote Zee-eend	0,95	44,65	58,9	27
Fuut	0,44	20,68	71,3	15

Vogelsoort	Densiteit (aantal/km <sup>2</sup> )	Aantal op 47 km <sup>2</sup> (Belgische kust)	% mortaliteit	Aantal dode vogels (Belgische kust)
Stormmeeuw	1,67	78,49	40,3	32
Dwergmeeuw	0,18	8,46	74,4	7
Jan van Gent	0,19	8,93	68,2	7
Kokmeeuw	0,18	8,46	34,1	3
Kleine Mantelmeeuw	0,21	9,87	58,9	6
Grote Mantelmeeuw	0,55	25,85	65,1	17
Zilvermeeuw	1,43	67,21	46,5	32
Drieteenmeeuw	1,19	55,93	52,7	30
<b>TOTAAL</b>				<b>340</b>

Om de impact van de gemodelleerde olielozing te kunnen interpreteren werden de aantallen effectief getelde stookolieslachtoffers uit vroegere incidenten omgerekend naar de gemodelleerde lozingen. In Tabel 4.9.14 werden de aantallen dode vogels omgerekend naar een lozing van 1.000 ton zware stookolie.

**Tabel 4.9.14: Vergelijking van de impact op de avifauna met incidenten uit het verleden (naar ICES, 2005)**

Incident	Locatie	Lozing (ton)	Olie type	Meest talrijke slachtoffers	Aantal gevonden vogels	totaal geschatte mortaliteit	overeenkomstig # slachtoffers bij 1000 ton olie
Braer	Shetland (UK), 1996	85.00 0	Norwegian gulfaks crude	zwarte zeekoet, kuifaalscholver	1.800	5.000	21
Sea Empress	Irish Sea (UK), 1996	72.00 0	Forties blend crude	zeekoet, zwarte zee- eend	6.900	10.000- 15.000	96
Erika	Bretagne (F), 1999	15.00 0	heavy fuel	zeekoet	44.000	120.000- 300.000	2.933
Prestige	Gallicië (Esp), 2002	77.00 0	heavy fuel	zeekoet, alk, papegaaiduiker	22.000	100.000- 200.000	286
Tricolor <sup>1</sup>	Kanaal (F), 2003	170	heavy fuel	zeekoet, alk	20.000	40.000- 100.000	117.647

Schip zonk in december 2002, maar lekte niet voor januari 2003

Uit Tabel 4.9.14 blijkt dat de omgerekende aantallen stookolieslachtoffers sterk kunnen variëren. Dit is in eerste instantie een gevolg van de lokale vogeldensiteit. Het betreft hier incidenten voor de kusten van resp. Wales, Schotland, Bretagne en Gallicië, waar de vogeldensiteiten kunnen verschillen t.o.v. deze in de Belgische kustwateren (conf. Tricolor). Ook de heersende weersomstandigheden en het tijdstip van het incident hebben een invloed op de impact. Alle genoemde accidenten vonden plaats in de winter.

Tenslotte kan de vraag gesteld worden of alle slachtoffers bij de historische incidenten geteld werden. Dit wordt gesuggereerd door de grote verschillen in totaal geschatte mortaliteit (er worden voor de Erika zelfs cijfers genoemd van 300.000 slachtoffers). Het is immers mogelijk dat een onbekend aandeel van de dode vogels niet aanspoelden, maar in open zee gezonken zijn.

In december 2002 kapseisde de autocarrier Tricolor op zo'n 20 kilometer van de Belgische kust, na een aanvaring met het containerschip Kariba. Meer dan een maand later voer een sleepboot van URS (Unie der Reddings- en Sleepdienst) de Tricolor aan, waarbij een hoeveelheid olie in zee terecht kwam. De totale hoeveelheid ligt rond de 170 ton. In totaal spoelden 20.000 vogels aan op de Franse, Nederlandse en Belgische kusten. In België werden 9.177 vogels binnengebracht waarvan 4.980 levende en 4.197 dode (Haelters *et al.*, 2003). Vooral zeekoeten en alken werden massaal slachtoffer van de ramp. Het hoge aantal bij de Tricolor in vergelijking met de andere accidenten (Tabel 4.9.14) toont duidelijk het belang van de Belgische westkust aan als overwinteringsgebied voor voornamelijk zeekoeten en alken. Beide soorten zijn overwinteraars en geen residente zeevogels. Onder deze soorten was het aantal slachtoffers dermate groot dat negatieve gevolgen op populatieniveau verwacht kunnen worden. In de winter volgend op de ramp met de Tricolor (1 jaar later) werd een sterke afname van het aantal Zeekoeten/alken gemeten in de gebieden die het zwaarst door de olie waren getroffen (Stienen *et al.*, 2004). Het is vooralsnog onduidelijk of en in hoeverre de sterke reductie van de aantallen het gevolg was van de ramp. Een effect van de ramp kan zeker niet worden uitgesloten, maar aan de andere kant wijkt de reductie niet af van eerder gemeten natuurlijke fluctuaties. Duidelijk is wel dat het Tricolor accident geen merkbare effecten gehad heeft op andere soorten dan de Zeekoet en Alk (Stienen *et al.*, 2004).

In het geval van de Tricolor zijn de omstandigheden vergelijkbaar met de gemodelleerde toestand. Het betreft immers een incident voor de Belgische kust, in de winter, bij hoge windsnelheden en met zware stookolie. Nochtans liggen de gemodelleerde vogelverliezen bij deze randvoorwaarden (ruim 300: Tabel 4.9.13) veel lager dan de overeenkomstig geschatte aantallen (120.000). Ook de gemodelleerde verliezen bij lagere windsnelheden liggen lager (700-1000 vogels: Tabel 4.9.13). De gemodelleerde verliezen van de overige accidenten die ook in de winter plaatsvonden leunen wel dicht bij de waarden berekend in Tabel 4.9.13 en Tabel 4.9.14.

De gemodelleerde verliezen dienen evenwel enigszins genuanceerd te worden. De gehanteerde vogeldensiteiten zijn immers gebaseerd op gemiddelde dichtheden in de winter over een periode van 10 jaar. De invloed van de conditie van de vogels en de milieucondities (seizoen, voedselbeschikbaarheid, meteorologische omstandigheden, ...) van de simulaties op deze dichtheid werd niet in rekening gebracht. De dichtheid van de vogels op zee bij een windkracht van 17 m/s zal hoogstwaarschijnlijk afwijken van de gemiddelde winterdichtheid (vermoedelijk lager liggen). Evenmin werd rekening gehouden met het feit dat de vogels bij stormweer rustig water opzoeken. Gezien olie op het water de golfslag verminderd zien de vogels dit als "rustig" water, wat leidt tot een grotere impact. Het gehanteerde model kan bijgevolg nog verfijnd worden door meer invloedsparameters in rekening te brengen.

### Vogelverliezen strandlozing

Uit de simulaties bij een windsnelheid van 17 m/s blijkt dat een hoeveelheid van de geloosde olie de kustlijn zal bereiken. Bijgevolg kunnen ook op het land effecten op de avifauna optreden. Dit wordt hierna onderzocht.

De impact op de avifauna ter hoogte van de kustlijn is enerzijds functie van de oppervlakte die met olie bedekt wordt. Deze oppervlakte kan afgeleid worden uit de figuren, die resulteren uit de simulaties van de gestrande olie (uit de oppervlaktelaag) na 5 dagen.

Bij lage en gemiddelde windsnelheden blijkt dat de olievlek de Belgische kust niet bereikt, doch zich uitspreidt in noordoostelijke richting. Mogelijks zal de olievlek op een later tijdstip de Nederlandse kust bereiken. Dit kan echter niet geverifieerd worden met de huidige simulatietijd.

In de scenario's met een windsnelheid van 17 m/s blijkt dat de olie de kust wel bereikt na 5 dagen. Opnieuw wordt uitgegaan van het *worst-case* scenario voor zware stookolie. Er wordt uitgegaan van een gemiddelde strandbreedte van 75 m. Uit de modellering blijkt dat de grootste verontreinigde oppervlakte van de Belgische kust 0,95 km<sup>2</sup> (of 12,7 km \* 75 m) bedraagt (hyd17\_w2).

Anderzijds hangt de impact af van het vogelbestand ter hoogte van het beschouwde gebied. De gehanteerde vogeldensiteiten werden vastgesteld in een gebied tot 5 km buiten de kust, in de periode 1992-1998. Om de coherentie met de modelleringen te behouden werd voor zware stookolie rekening gehouden met de densiteiten, gemeten in de winter (Seys, 2001). Rekening houdende met de kwetsbaarheidsindex (.

Tabel 4.9.12), werd een impactberekening voor zware stookolie uitgevoerd (zie ook MER C-Power: Ecolas, 2003). Hieruit bleek dat voor de Belgische kust slechts een verwaarloosbaar aantal vogels (vier) zouden aangetast worden door de aangespoelde zware stookolie op de kust. Wel dient hierbij opgemerkt te worden dat deze schatting enkel opgaat voor de soorten die vermeld staan in de kwetsbaarheidsindex. Mortaliteit onder andere mogelijk voorkomende soorten is dus niet in overweging genomen wegens een gebrek aan gegevens.

### Besluiten

Als besluit voor de kwantitatieve effecten op de avifauna kan het volgende gesteld worden:

- open zee lozing van olie: modellen kunnen een eerste inzicht geven in het aantal olieslachtoffers. Desondanks, bewijzen in situ accidenten dat deze aantallen toch nog vaak een onderschatting zijn van de realiteit. Er is geen positieve correlatie tussen het aantal vogelslachtoffers en de hoeveelheid gelekte olie. Het effect hangt nauw samen met het belang van het gebied als overwinteringsplaats voor vogels. Naast de directe slachtoffers die een ramp veroorzaakt, zijn er ook mogelijks negatieve gevolgen voor de populatie (langdurig effect). Het is echter niet altijd eenvoudig het effect van de ramp te onderscheiden van natuurlijke fluctuaties in een populatie.
- Strandlozing van olie: de resultaten zijn gebaseerd op een worst case scenario en de kans dat een dergelijke olielozing zich voordoet ten gevolge van de activiteiten op het windturbinepark is minimaal. In geval verontreiniging zich toch voordoet, blijkt dat voor de Belgische kust slechts een verwaarloosbaar aantal vogels (vier) zouden aangetast worden door de aangespoelde zware stookolie op de kust. Wel dient hierbij opgemerkt te worden dat deze schatting enkel opgaat voor de soorten die vermeld staan in de kwetsbaarheidsindex, mortaliteit onder andere mogelijk voorkomende soorten is dus niet in overweging genomen wegens een gebrek aan gegevens. Mogelijks zal de olievlek op een later tijdstip de Nederlandse kust bereiken. Dit kan echter niet geverifieerd worden met de huidige simulatietijd.

### **KWALITATIEVE EFFECTBESCHRIJVING**

Een studie van Lindgren & Lindblom (2004) geeft een beschrijving van de korte termijn effecten van olielozingen in het mariene milieu in de omgeving van de Scandinavische landen. Deze studie is gebaseerd op gegevens voor de Noordzee, Baltische zee, het NO deel van de Atlantische oceaan, wateren in de omgeving van Groenland; en expert judgement. Op basis de beschreven dier- en plantensoorten blijkt dat de meeste conclusies in Lindgren & Lindblom (2004) ook van toepassing kunnen zijn voor dit MER.

### Zeezoogdieren

Aangezien zeezoogdieren afhankelijk zijn van de atmosferische lucht voor ademhaling, moeten zeezoogdieren in nauw contact blijven met het water-lucht oppervlak. Zodoende komen zij gemakkelijk in contact met potentiële olieverontreinigingen. Volgens deze studie zijn er weinig gegevens beschikbaar over het effect van olieverontreiniging op zeezoogdieren. Er wordt een accident vermeld met een lozing van 5000 m<sup>3</sup> ruwe olie dat 5000 Zuid-Amerikaanse zeehond puppies doodde. Er wordt in het algemeen besloten dat het effect van een olielozing op zeezoogdieren eerder beperkt is, aangezien zeezoogdieren zich voldoende kunnen verplaatsen naar gebieden zonder olieverontreiniging.



## Vogels

Er is een risico op korte termijn effecten voor vogels die vaak op het water-luchtoppervlak verblijven. Vogels die besmeurd zijn met olie gaan veelal dood, aangezien de beschermende waslaag aangetast wordt. Het herstel van de vogelpopulatie hangt af van de resterende aanwezigheid van jonge niet-broedende volwassen vogels die dan nog kunnen broeden, of van de reproductiesnelheid. Volgens Lindgren & Lindblom (2004) is er geen bewijs gevonden dat een accidentele olielozing een zeevogelpopulatie permanent vernietigd heeft. Sommige vogelpopulaties met een lokale verspreiding kunnen evenwel sterk beïnvloed worden.

## Vissen

Eieren en larven van vissen in ondiepe wateren kennen een hoge mortaliteit door olieverontreiniging, vooral indien dispersanten gebruikt worden voor de bestrijding van olieverontreiniging. Volwassen vissen hebben de neiging weg te zwemmen van de olieverontreiniging, waardoor het effect eerder beperkt is. Volgens Lindgren & Lindblom (2004) is er geen bewijs gevonden dat een accidentele olielozing een vispopulatie in open zee significant beïnvloed heeft. Zelfs wanneer veel larven gedood werden, heeft dit niet altijd gevolgen voor de volwassen populaties, waarschijnlijk omdat de overlevers een competitief voordeel hebben (meer voedsel and minder gevoelig voor predatoren).

## Bentische fauna – invertebraten

Invertebraten zoals schelpdieren, zeewormen, etc. kunnen sterke hinder ondervinden indien ze bedekt worden met een verse olieverontreiniging. Anderzijds blijkt ook dat b.v. kokken kunnen blijven leven op rotsen in aanwezigheid van restanten van olievlekken.

## Plankton

Er werden geen significante effecten op plankton geobserveerd in open zee. Dit is waarschijnlijk te wijten aan de hoge voortplantingssnelheden en immigratie vanuit andere gebieden (die niet in het door olie beïnvloede gebied liggen) die de korte termijn daling in aantallen kan neutraliseren.

## Algen

Olie blijft niet altijd aan de grotere algen plakken, door de specifieke bescherm laag van algen. Indien olie toch aan algen blijft hangen, dan zullen de algen breken onder het gewicht van de olie in combinatie met de golven op zee. In intertijdsgebieden blijkt dat het herstel van de algen snel mogelijk is als de olieverontreiniging voor een groot deel verwijderd wordt.

## Besluiten

Als algemeen besluit wordt in Lindgren & Lindblom (2004) vermeld dat avifauna, en mogelijks ook zeezoogdieren de belangrijkste korte termijn effecten kunnen ondervinden door olieverontreiniging. De plankton gemeenschap zal ook beïnvloed worden, maar kan zich in principe snel herstellen. De impact op pelagische vissen is verwaarloosbaar. De bentische fauna zal veelal niet beïnvloed worden door acute toxische effecten, maar zij kunnen wel hinder ondervinden door verstikking door dikke olielagen.

Bij bovenstaande besluiten moet evenwel rekening gehouden worden met het feit dat dergelijke effecten sterk afhankelijk zijn van geografische, fysiologische, chemische omstandigheden en weersomstandigheden waardoor de olieverontreiniging beïnvloed kan worden. Verder onderzoek is zeker nog nodig om de belangrijkste dier- en plantensoorten te identificeren die hinder ondervinden van olieverontreiniging in het voor dit MER relevante deel van de Noordzee.

Op basis van (de ontbrekende) beschikbare literatuurgegevens is het dus niet mogelijk om een wetenschappelijk gefundeerde uitspraak te doen over effecten op alle benthische fauna en zeezoogdieren in dit deel van de Noordzee.

## **ECOTOXICOLOGISCHE GEGEVENS**

Volgens de studie van Lindgren & Lindblom (2004) zijn goede ecotoxicologische gegevens moeilijk te vinden en eerder beperkt in aantal. Dit blijkt ook het geval te zijn voor het voor dit MER relevante deel van de Noordzee.

In Tabel 4.9.15 wordt een overzicht gegeven van de beschikbare gegevens in Lindgren & Lindblom (2004). De classificatie van de verschillende types olie is gebaseerd op de viscositeit van olie, aangezien deze eigenschap bepalend is voor het gedrag van olie in water. Daarnaast worden ook effectconcentraties gegeven zoals LC (lethal concentration, b.v. LC 50, concentratie waarbij 50 % van de organismen sterven; LC<sub>m</sub>: mediaan LC 50-concentratie) en IC (inhibit concentration, b.v. IC<sub>50</sub>, concentratie waarbij er inhibitie van de groei is met 50 %).

Voor gasolie, kerosine, diesel en lichte tot medium ruwe olie blijkt dat de vistesten (zie Tabel 4.9.15) op juveniele of volwassen exemplaren uitgevoerd werden en niet op eieren of larven welke gevoeliger zijn voor koolwaterstoffen in water (besluit o.b.v. 93 studies).

### **Besluiten**

Algemeen kan voor de ecotoxiciteit gezegd worden dat lichtere olietypes meer toxisch zijn dan zware olietypes. Pelagische organismen zullen minder beïnvloed worden dan benthische organismen op basis van de gevoeligheid aan blootstelling. Eieren en larven zijn dan weer gevoeliger dan volwassen exemplaren (Lindgren & Lindblom, 2004).

**Tabel 4.9.15: Ecotoxicologische gegevens voor verschillende olietypes (Lindgren & Lindblom, 2004)**

Groups of oil	Oil type	Test species	Method	Parameter	Result	Unit
Light oil Viscosity at 20 °C: 0 – 100 cSt	Gasoline	Fish (herring)	WAF	LC <sub>50</sub> 96 h	10 – 18	mg/L
		Fish	OWD	LC <sub>50</sub> 96 h	82, 119	mg/L
		Fish	OWD	LC <sub>50</sub> 48 h	91	mg/L
		Fish	OWD	LC <sub>50</sub> 24 h	47, 58	mg/L
		Fish	WAF	LC <sub>50</sub> 96 h	8.3, 27	mg/L
		Invertebrate	WAF	EC <sub>50</sub> 96 h	2.0 – 32	mg/L
		Invertebrate	OWD	EC <sub>50</sub> 96 h	201	mg/L
		Invertebrate	WAF	EC <sub>50</sub> 48 h	5,9	mg/L
		Algae	WAF	IC <sub>50</sub> 72 h	3.1 – 30,000	mg/L
	Kerosine (jet fuel)	Fish	OWD	LC <sub>50</sub> 96 h	45	mg/L
		Fish	WAF	LC <sub>50</sub> 96 h	7.3 – 25	mg/L
		Invertebrate	WAF	LC <sub>50</sub> 96 h	0.9	mg/L
		Invertebrate	WAF	LC <sub>50</sub> 48 h	1.4 – 21	mg/L
		Algae	WAF	IC <sub>50</sub> 72 h	3.7 – 8.3	mg/L
	Diesel	Fish	OWD	LC <sub>50</sub> 96 h	31, 54	mg/L
		Fish	OWD	LC <sub>m</sub> 96 h	33 – 125	mg/L
		Fish	WAF	LC <sub>50</sub> 96 h	21 – 230	mg/L
		Invertebrate	OWD	LC <sub>m</sub> 48 h	1.6 – 9.4	mg/L
		Invertebrate	WAF	LC <sub>m</sub> 48 h	6.2 – 210	mg/L
		Algae	WAF	IC <sub>50</sub> 72 h	>10 – 78	mg/L
	Light/medium crude	Fish (Salmon)	OWD	LC <sub>50</sub> 96 h	258, 291	mg/L
		Fish	OWD	LC <sub>50</sub> 96 h	3,700 – 80,000	mg/L
		Invertebrate	OWD	LC <sub>50</sub> 96 h	27 – 119	mg/L
		Invertebrate	OWD	LC <sub>m</sub> 96 h	200 – 6,000	mg/L
		Invertebrate	OWD	LC <sub>m</sub> 48 h	37.5, 63	mg/L
		Invertebrate	WAF	LC <sub>50</sub> 96 h	39.5, 618	mg/L
		Algae	OWD	IC <sub>50</sub> 15 d	5,7	mg/L
	Volgoneft		Microtox	EC <sub>20</sub> 5 min	3.6	
			Microtox	EC <sub>20</sub> 15 min	3.0	
			Microtox	EC <sub>50</sub> 5 min	13	
			Microtox	EC <sub>50</sub> 15 min	11	
	EO 1		Microtox	EC <sub>20</sub> 5 min	2.3	
			Microtox	EC <sub>20</sub> 15 min	2.2	
			Microtox	EC <sub>50</sub> 5 min	7.7	
			Microtox	EC <sub>50</sub> 15 min	7.5	
Medium heavy oil Viscosity at 20 °C: 100 – 1000 cSt	Lubricating oil					
	EO 3-4	Mollusc ( <i>Lumnaea peregrea</i> )	WAF	EC <sub>23</sub> 96 h	10	%
		Mollusc ( <i>Lumnaea peregrea</i> )	WAF	EC <sub>7</sub> 48 h	10	%
		Mollusc ( <i>Lumnaea peregrea</i> )	WAF	EC <sub>7</sub> 24 h	10	%
	Bunker B					
Heavy oil Viscosity at 20 °C: > 1000 cSt	Heavy crude					
	Bunker C	<i>Arenicola marina</i>		LC <sub>50</sub> 8 d	>> 8,640	ppm
		<i>Nereis diversicolor</i>		LC <sub>50</sub> 10 d	>> 8,640	ppm
		<i>Cerastoderma sp.</i>		LC <sub>50</sub> 8 d	> 2,800	ppm
		<i>Mytilus edulus</i>		LC <sub>50</sub> 8 d	>> 8,640	ppm
	Asphalt					

(\*) Hierbij is OWD is de afkorting voor olie-water dispersie en WAF: afkorting voor water-geacomodeerde fracties

#### **4.9.4.4 Leemten in de kennis**

Er is een gebrek aan goede ecotoxicologische referentiegegevens voor de bepaling van de impact van olie op mariene organismen in het voor dit MER relevante deel van de Noordzee. Er bestaat onvoldoende wetenschappelijk literatuur die de relatie tussen olievervuiling (kwantiteit, omstandigheden, ...) en de slachtoffers verklaart.

Kwantitatieve gegevens over relaties met schade aan alle benthos en zeezoogdieren, toepasbaar in het voor dit MER relevante deel van de Noordzee zijn ook schaars.

#### **4.9.4.5 Mitigerende maatregelen**

Om maximaal de strijd aan te gaan tegen vervuiling werd in mei 2003 de Kustwacht opgericht die nu effectief operationeel wordt. Het organiseren van het operationele luik bij een olieverontreiniging is hun belangrijkste taak. Volgens de informatie van de bevoegde diensten (Belgische Structuur Kustwacht, Ulrike Vanhessche, pers. comm.) zijn er momenteel voor de Belgische Kust 2 schepen inzetbaar voor bestrijding en beperking van olieverontreiniging:

- DAB (Dienst Afzonderlijk Beheer) Vloot;
- Schip van de Marine (valt onder de bevoegdheid van het Ministerie van Defensie).

Zoals reeds vermeld in 4.9.2.5, zou het tevens de bedoeling zijn om in de toekomst een multifunctioneel schip in te kunnen zetten als sleepboot, voor het bestrijden en beperken van olieverontreiniging, etc.

Sinds april 2005 (MB 19/04/2005) is ook het nieuwe "Rampenplan Noordzee" van kracht. Het rampenplan beschrijft de organisatie van de hulpverlening en de coördinatie van de operaties bij rampsituaties of ernstige ongevallen in de Belgische wateren. Daarnaast heeft het plan ook een operationeel en praktisch karakter.

In 2006 werden de draaiboeken "Operationele interventieplannen voor pollutiebestrijding op zee en strand" voorgesteld. Het draaiboek "propere stranden", voorgesteld in januari 2006, voorziet in een procedure om de vervuiling op onze stranden of in de zeevering door een verlies van lading of lozing op zee aan te pakken. Het draaiboek "propere zee" (voorgesteld in augustus 2006) voorziet hetzelfde bij vervuiling op zee.

Sinds begin 2007 is er een interventieplan voor vogels beschikbaar bij de Provincie West-Vlaanderen. Het is een draaiboek voor de opvang en verzorging van getroffen vogels van een olieverontreiniging of een andere uitzonderlijke situatie op zee.

Zoals reeds in de projectbeschrijving vermeld, zal voor het onderhoud van het windturbinepark gebruik worden gemaakt van een schip waarmee onderhoudspersoneel, reservedelen en verbruiksmaterialen naar de windturbines en het transformatorstation kunnen worden vervoerd. Er moet nagegaan worden of het technisch mogelijk is om dit onderhoudsschip uit te breiden en te voorzien van bijkomende infrastructuur dewelke toelaat om op volle zee olie te ruimen, takelopdrachten uit te voeren of ingeschakeld te worden voor brandbestrijding op zee.

Gezien de zeer geringe kans op olievervuiling en andere verontreiniging door het windturbinepark (zowel in het oorspronkelijke als uitgebreide concessiegebied), en zodoende ook een geringe kans op aantasting van fauna en flora, dienen er verder geen bijkomende milderende maatregelen genomen te worden.

#### **4.9.4.6 Monitoring**

Er dringt zich geen specifieke monitoring naar olieverontreiniging op. Er kan wel verwezen worden naar het Belgische programma voor luchttoezicht boven de Noordzee, waarbij de illegale lozingen afkomstig

van schepen een halt toe geroepen worden. Dat programma wordt uitgevoerd in het kader van het Bonn Akkoord (1969). Het Bonn Akkoord is een regionaal samenwerkingsakkoord tussen de verschillende Noordzeekuststaten ter voorkoming en bestrijding van zeeverontreiniging afkomstig van schepen.

#### **4.9.5 Luchtvaartverkeer**

Ter volledigheid wordt in dit MER ook de veiligheid voor het luchtverkeer aangehaald. Hiervoor wordt ook verwezen naar Figuur 4.9.6 en Figuur 4.9.7 met navigatiekaarten waarop de scheidingslijnen (Nederland, België) van beheer voor de luchtvaart zijn aangegeven zijn.

**Figuur 4.9.6: Navigatiekaart met scheidingslijnen van het beheer voor de luchtvaart (vertrek)**

**Figuur 4.9.7: Navigatiekaart met scheidingslijnen van het beheer voor de luchtvaart (aankomst)**

Navraag door de BMM in het kader van het MEB Belwind (2007) bij de Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer, Directoraat Generaal Luchtvaart, Dienst Luchtruim en Luchthavens heeft uitgewezen dat ondanks de positie van de Bank Zonder Naam in Nederlandse FIR zone, het luchtruim boven Belgisch grondgebied gelegen is waar de Belgische Staat autoriteit heeft. De Belgische richtlijnen betreffende bebakening van hindernissen zoals beschreven in de circulaire CIR-GDF03 (12/06/06 – FOD Mobiliteit en Vervoer) zijn dan ook van toepassing voor het luchtverkeer.



## 5 CUMULATIEVE EFFECTEN

### 5.1 INLEIDING

Met de vernieuwde aandacht voor het Kyoto protocol is er ook in België werk gemaakt om de productie van hernieuwbare energie te stimuleren. De Belgische energievoorziening moet in 2010 namelijk voor 6 % bestaan uit hernieuwbare energie. Een huidig Europees voorstel ligt op tafel die de doelstelling van België optrekt naar 13 % tegen 2020.

Om tegemoet te komen aan de Belgische energievoorziening heeft Kabinet Noordzee in 2003 zijn Masterplan Noordzee gelanceerd waarin ook een wettelijke zone voorzien wordt voor de productie van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen waaronder windenergie (KB 17/05/2004). Deze zone is gelegen aan de oostelijke zijde van het Belgisch deel van de Noordzee en strekt zich uit van iets voor de Thorntonbank tot voorbij de Bligh Bank. Binnen dit gebied komen 3 zandbanken voor die een ideaal terrein vormen voor de ontwikkeling van windturbineparken: de Thorntonbank, de Bank Zonder Naam en de Bligh Bank.

- C-Power n.v. heeft de nodige vergunningen (domeinconcessie en milieuvergunning) om in de mariene wateren onder Belgische rechtsbevoegdheid ter hoogte van de Thorntonbank een windturbinepark te bouwen en het gedurende een looptijd van 20 jaar uit te baten. In april 2004 zijn de nodige grondonderzoeken gestart. In najaar 2008 zijn de eerste zes windturbines geplaatst. Het concessiegebied voor windenergie ligt juist ten oosten van controlezone 1, sector 1A. De verkregen concessie op de Thorntonbank is opgesplitst in twee gebieden: één ten Westen van de telecomkabel Concerto South1 en de Interconnector gasleiding (deelgebied A) bestaande uit 24 turbines met een oppervlakte van 5,0 km<sup>2</sup> en één ten Oosten (deelgebied B) bestaande uit 36 turbines met een oppervlakte van 8,8 km<sup>2</sup>. Indien rekening gehouden wordt met een veiligheidszone van 500 m rondom de windturbines wordt een oppervlakte van 26,4 km<sup>2</sup> ingenomen (Ecolas, 2003) voor een totaal geïnstalleerd vermogen tot 300 MW (rekening houdende met de veiligheidszones). Ondertussen werd een aanvraag tot wijziging en uitbreiding van de bestaande domeinconcessie ingediend (B.S. 10/10/2008).
- Eldepasco heeft een domeinconcessie (15/05/2006) verkregen voor de bouw en de exploitatie van een windturbinepark van 36 turbines (totale oppervlakte: 9 km<sup>2</sup>) op de Bank Zonder Naam gelegen op ca. 38 km van de Belgische kust. Op 29 augustus 2008 heeft ELDEPASCO een wijziging en uitbreiding van de domeinconcessie aangevraagd tot een totale oppervlakte van ca. 14,5 km<sup>2</sup>. Onderhavig MER behandelt zowel het project op het oorspronkelijke concessiegebied met een gezamenlijk geïnstalleerd vermogen van 144 MW (met 24-48 windturbines) als het uitgebreide project (met 36-72 windturbines) met een gezamenlijk geïnstalleerd vermogen van 216 MW; het individueel vermogen van de windturbines zal 3 tot 7 MW bedragen.
- Belwind, de Belgische dochter van de Nederlandse alternatieve energiegroep Econcern, heeft de nodige vergunningen (domeinconcessie + milieuvergunning) verkregen voor een grootschalig windturbine project (330 MW) op de Bligh Bank. Het windturbinepark zal bestaan uit 110 turbines van 3 MW. Een domeinconcessie werd verkregen voor een oppervlakte van 35,4 km<sup>2</sup>.

Een samenvatting van de belangrijkste parameters van deze 3 windturbineparken wordt gegeven in Tabel 5.1.1.

**Tabel 5.1.1: Parameters van de geplande windturbineparken in de Belgische mariene gebieden**

	<i>C-Power</i>	<i>Eldepasco</i>		<i>Belwind</i>
		<i>Oorspronkelijk</i>	<i>Uitgebreid</i>	
<i>Ligging</i>	<i>Thorntonbank</i>	<i>Bank Zonder Naam</i>	<i>Bank Zonder Naam</i>	<i>Bligh Bank</i>
<i>Afstand kust</i>	27 km	38 km	38 km	45 km
<i>Aantal turbines</i>	60 (3,6 – 5 MW)	48 (3 MW) 24 (6 MW)	72 (3 MW) 36 (6 MW)	110 (3 MW) of 66 (5 MW)
<i>Opp. (excl. veiligheids-zone)</i>	13,8 km <sup>2</sup>	9,03 km <sup>2</sup>	14,30 km <sup>2</sup>	35,4 km <sup>2</sup>
<i>Opp. (incl. veiligheids-zone 500 m)</i>	26,4 km <sup>2</sup>	17,48 km <sup>2</sup>	23,69 km <sup>2</sup>	49,1 km <sup>2</sup>
<i>Domeinconcessie</i>	MB 27/06/2003	MB 15/05/2006	-	MB 05/06/2007
<i>Milieuvergunning</i>	MB 14/04/2004	-	-	MB 20/02/2008
<i>Min. Afstand tot C-Power</i>	0	± 6 km	± 6 km	± 12 km
<i>Min. Afstand tot Eldepasco</i>	± 6 km	0	0	± 5 km
<i>Min. Afstand tot Belwind</i>	± 12 km	± 5 km	± 4,3 km	0

## 5.2 CUMULATIEVE EFFECTEN

De mogelijke effecten van een combinatie van meerdere windturbineparken, kunnen in samenhang met andere menselijke activiteiten op zee leiden tot een cumulatie van effecten. Hierbij kan het gaan om een relatief simpele optelsom van alle effecten van de afzonderlijke activiteiten, maar het zou ook zo kunnen zijn dat bepaalde effecten elkaar versterken, of juist geheel of gedeeltelijk opheffen. Tenslotte kan het zo zijn dat afzonderlijke effecten weliswaar bij elkaar moeten worden opgeteld, maar dat dit niet leidt tot significante problemen voor het leven in en op zee en de betrokken habitats, totdat een vooralsnog onbekende drempelwaarde wordt overschreden, waarna plotseling wel significante problemen ontstaan. In dit laatste geval is er sprake van een niet-lineaire respons.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de mogelijke cumulatieve effecten ten gevolge van de 3 geplande windturbineparken in het Belgische Deel van de Noordzee waarvoor reeds een concessie werd verleend (Eldepasco + Belwind + C-Power).

Enkel deze effecten die een niet verwaarloosbare (positief of negatief) invloed hebben op een bepaalde discipline zullen worden besproken. Er wordt namelijk verondersteld dat indien een bepaald effect totaal verwaarloosbaar is voor het milieu voor elk windturbinepark afzonderlijk, ook het cumulatieve effect verwaarloosbaar zal zijn.

In de meeste gevallen zal het cumulatief effect de som van het effect voor elk windturbinepark zijn (1+1=2). In bepaalde gevallen zal echter het cumulatieve effect afwijken van de som van de effecten (1+1=3 of 1). Beide gevallen zullen worden besproken en indien mogelijk kwantitatief uitgewerkt, het spreekt voor zich dat dit voor het laatste geval met nog meer detail zal uitgewerkt worden.



## 5.3 EFFECTEN

De cumulatieve effecten zullen worden besproken per discipline voor zowel de constructie-, exploitatie- als ontmantelingsfase. Eerst en vooral wordt in een overzichtstabel de niet verwaarloosbare effecten ten gevolge van één windturbinepark per discipline weergegeven, samen met de manier waarop de cumulatieve effecten zich voordoen. Deze worden vervolgens besproken.

Algemeen kan gesteld worden dat het cumulatieve effect van de 3 windparken bij de keuze voor het Eldepasco windturbinepark in het oorspronkelijke of uitgebreide concessiegebied gelijkaardig zal zijn. Indien relevant wordt een opsplitsing gemaakt.

### 5.3.1 Bodem

#### 5.3.1.1 Constructiefase

<i>Effect</i>	<i>Verwaarloosbaar</i>	<i>Cumulatief</i>
Invloed op de geologie	Ja	-
Invloed op de bodemkwaliteit	Ja	-
Invloed op het globale sedimenttransport en de morfologie door funderingen	Neen	<S
Invloed op het globale sedimenttransport en de morfologie door kabels	Neen	<S

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten, <S cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten).

### INVLOED OP HET GLOBALE SEDIMENTTRANSPORT EN DE MORFOLOGIE DOOR FUNDERINGEN

Het effect is enkel niet verwaarloosbaar bij windturbineparken met gravitaire funderingen. In de volgende tabel worden de parameters weergegeven indien elk project kiest voor een uitvoering met gravitaire funderingen (worst case scenario), zowel voor het oorspronkelijke concessiegebied als het uitgebreide concessiegebied van Eldepasco (voor beide gebieden wordt gerekend met het 3 MW scenario als worst case; grootste aantal turbines).

**Tabel 5.3.1: Overzicht cumulatieve uitgravingsvolumes en stockage-oppeervlaktes bij gravitaire funderingen – oorspronkelijkee concessiegebied Eldepasco**

<i>3 MW - Oorspronkelijke Scenario (OS3)</i>		<i>C-Power</i>	<i>Eldepasco</i>	<i>Belwind</i>	<i>Totaal</i>
te stockeren volumes	m <sup>3</sup>	1.165.500	2.295.000	4.174.446	7.634.946
oppeervlakte waarover gestockeerd wordt (dikte 5m) totaal	m <sup>2</sup>	233.100	459.000	834.889	1.526.989
relatieve oppeervlakte inname t.o.v. BDNZ (dikte 5m)	%	0,006	0,013	0,023	0,042

**Tabel 5.3.2: Overzicht cumulatieve uitgravingsvolumes en stockage-oppeervlaktes bij gravitaire funderingen – uitgebreide concessiegebied Eldepasco**

<i>3 MW - Uitgebreide Scenario (US3)</i>		<i>C-Power</i>	<i>Eldepasco</i>	<i>Belwind</i>	<i>Totaal</i>
te stockeren volumes	m <sup>3</sup>	1.165.500	3.330.000	4.174.446	8.669.946
oppeervlakte waarover gestockeerd wordt (dikte 5m) totaal	m <sup>2</sup>	233.100	666.000	834.889	1.733.989

relatieve oppervlakte inname t.o.v. BDNZ (dikte 5m)	%	0,006	0,019	0,023	0,048
---	---	-------	-------	-------	-------

### Volumes

In totaliteit zal voor de drie windturbineparken 7,6 (oorspronkelijk concessiegebied Eldepasco) of 8,7 miljoen m<sup>3</sup> zand (uitgebreide concessiegebied Eldepasco) gestockeerd worden tengevolge van de benodigde uitgraving, indien elk project kiest voor gravitaire funderingen voor alle windturbines. Deze stockage treedt gefaseerd in de tijd op: de bouw duurt 2 jaren, de bouwperiode per windturbinepark zal verschillen. Ter vergelijking, op het BDNZ is er de voorbije jaren ongeveer een jaarlijks volume van 1,9 miljoen m<sup>3</sup> aan zand- en grindextractie voor commercieel gebruik geweest, verspreid over een aantal locaties alsook ongeveer 16 miljoen m<sup>3</sup> gebaggerd en terug in zee gedumpt op de voorziene stortplaatsen.

### Oppervlakten

De criteria om de karakteristieken van de stockage-zone te bepalen zijn intrinsiek tegenstrijdig: minimale oppervlakte voor het benthos (zie verder), minimale laagdikte om morfologische redenen. Er moet in die optiek een compromis gezocht worden. In elk geval zal voor de drie windturbineparken een stockage-locatie binnen de concessiezone en op de bank gezocht worden.

Het hanteren van een laagdikte van 5 m in bovenstaande tabel is zodoende een pragmatische bovengrens, die al in het goedgekeurde C-Power project werd gehanteerd als richtwaarde. In (BMM, 2007c) wordt een pragmatische range van 2 -7 m voorgesteld als compromis.

In vergelijking met de zand- en grindsector die activiteiten kan uitvoeren over een totale oppervlakte van ongeveer 14% van het BDNZ is het relatieve aandeel dat tijdelijk wordt ingenomen voor stockage van het uitgegraven zand beperkt (<0,1 % van het BDNZ).

De stortlocatie wordt best zo dicht mogelijk bij de te installeren windturbines gekozen en ten ZW van de windturbines, zodat het gestockeerde zand via de overheersende vloedstromingen in NO richting de kans krijgt zich te verspreiden over de bank.

De optie om te stockeren per turbine moet – ondanks een relatief grotere oppervlakte-inname – vanuit morfologisch oogpunt zeker overwogen worden, zodat de stockage-kost geminimaliseerd wordt en het gestockeerde zand een optimale kans heeft om op natuurlijke wijze de morfologie ter hoogte van elke funderingsput te herstellen.

De stockage van zand op één locatie (één bepaalde bank) zal hoogstwaarschijnlijk geen effect hebben op de morfologie van de dichtstbijgelegen bank. Er wordt verondersteld dat op termijn het gestockeerde zand gedissipeerd wordt in het natuurlijke zandgolvenpatroon dat op elk van de banken bestaat. Zand dat in de geulen terechtkomt, zal door de regenererende stroming (in wijzerzin of tegenwijzerzin) rond de zandbank terug betrokken worden in de sedimentdynamiek van de bank. Verder is het zo dat er een tijdsverschil zal optreden tussen de effecten. De drie windturbineparken zullen vermoedelijk slechts gedeeltelijk overlappen qua constructieperiode. Het cumulatieve effect zal daarom kleiner zijn dan de som van de individuele effecten.

### **INVLOED OP HET GLOBALE SEDIMENTTRANSPORT EN DE MORFOLOGIE DOOR KABELS**

De impact op de morfodynamiek van het BDNZ door de aanleg van de kabels is zeer gering.

Een gezamenlijke installatie van kabels (dichtbij elkaar gelegen trajecten) betekent een geringere impact dan indien elk van de drie projecten verschillende trajecten hanteert.

### 5.3.1.2 Exploitatiefase

<i>Effect</i>	<i>Verwaarloosbaar</i>	<i>Cumulatief</i>
Invloed op de geologie	Ja	-
Invloed op de bodemkwaliteit	Ja	-
Invloed op het globale sedimenttransport en de morfologie door funderingen	Ja	-
Invloed op het globale sedimenttransport en de morfologie door kabels	Ja	-
Lokale erosie door de constructies	Neen	<S
Erosie langsheen de kabels	Ja	-

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten, <S cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten).

#### LOKALE EROSIE DOOR DE CONSTRUCTIES

De lokale erosie door de constructies wordt voor de drie windturbineparken tegengegaan door het a priori aanleggen van een erosiebescherming. In de drie gevallen wordt dus mitigerend opgetreden. Bij de keuze voor monopiles kan besloten worden op basis van beschikbare literatuur dat de erosiebescherming in de drie gevallen voldoende groot is en er vermoedelijk geen lokale erosie zal optreden. Bij de keuze voor gravitaire funderingen is er enige onzekerheid wegens gebrek aan wetenschappelijk onderzoek en praktijkervaring; er wordt teruggevallen op een veilige extrapolatie van gegevens voor monopiles voor de berekening van de dimensies van de erosiebescherming. Bijkomend wetenschappelijk onderzoek is noodzakelijk, specifiek voor de erosie rondom een gravitaire fundering met een conisch tussenstuk. Gezien de lokale erosie rondom de gravitaire fundering echter niet zal optreden voor elke windturbine tegelijkertijd, laat staan voor de drie windturbineparken, is het cumulatieve effect zeker kleiner dan de som van de individuele effecten. Indien er toch lokale erosie optreedt, kan dit effect vrij eenvoudig weggewerkt worden door herstellen en bijkomend storten van erosiebescherming.

### 5.3.1.3 Ontmantelingsfase

<i>Effect</i>	<i>Verwaarloosbaar</i>	<i>Cumulatief</i>
<i>Invloed op de geologie</i>	Ja	-
<i>Invloed op de bodemkwaliteit</i>	Ja	-
<i>Invloed op het globale sedimenttransport en de morfologie door funderingen</i>	Ja	-
<i>Invloed op het globale sedimenttransport en de morfologie door erosiebescherming</i>	Neen	S
<i>Invloed op het globale sedimenttransport en de morfologie door kabels</i>	Ja	-

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten, <S cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten).

In elk geval moet later bestudeerd worden en op het einde van de exploitatieperiode beslist worden of volledige verwijdering van fundering, erosiebescherming en kabels de beste optie is voor het milieu voor elk van de drie windturbineparken.

## INVLOED OP HET GLOBALE SEDIMENTTRANSPORT EN DE MORFOLOGIE DOOR FUNDERINGEN

Bij verwijdering van de funderingen wordt deze zone aangevuld met bestorting, indien er geopteerd wordt om de erosiebescherming te laten zitten. Zoniet kan er qua cumulatief effect worden verwezen naar de volgende paragraaf.

## INVLOED OP HET GLOBALE SEDIMENTTRANSPORT EN DE MORFOLOGIE DOOR DE EROSIEBESCHERMING

Indien de bescherming verwijderd wordt, zal er in essentie een put ontstaan ter hoogte van elke fundering. Het herstelgedrag van dergelijke putten verloopt trager dan voor ondiepe baggersleuven. Het herstel van de funderingsputten is op basis van de huidige kennis niet in te schatten in ruimte en tijd. Het is wel zo dat er geen beïnvloeding zal zijn van de diverse funderingsputten zodat het cumulatieve effect niet groter is dan de som van de individuele effecten.

### 5.3.2 Water

#### 5.3.2.1 Constructiefase

<i>Effect</i>	<i>Verwaarloosbaar</i>	<i>Cumulatief</i>
Effecten op de hydrodynamica door funderingen en kabels	Ja	-
Effecten op de waterkwaliteit door funderingen en kabels	Ja	-
Impact op de turbiditeit door funderingen	Neen	S
Impact op de turbiditeit door kabels	Neen	<S

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten, <S cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten).

## IMPACT OP DE TURBIDITEIT DOOR FUNDERINGEN

De constructie van de fundering zal, voor elke uitvoeringswijze en type fundering maar groter voor de graviteits- en caissonfundering, een lokale en tijdelijke verhoging van de turbiditeit veroorzaken met, in vergelijking met turbiditeitsconcentraties die van nature optreden tijdens stormen, een verwaarloosbaar effect.

Zelfs voor het hypothetische geval dat op beide banken exact op hetzelfde moment een fundering wordt aangelegd, is de invloedsstraal van de werken op de turbiditeit te beperkt opdat de turbiditeitspluimen vanop beide banken mekaar zouden versterken. In (Ecolas, 2006) wordt namelijk een invloedsstraal vermeld van respectievelijk 5 km voor fijn zand en 1 km voor medium zand, terwijl de minimale afstand Bligh Bank – Bank Zonder Naam circa 5 km is en de minimale afstand tussen Bank Zonder Naam en Thorntonbank 6 km is.

## IMPACT OP DE TURBIDITEIT DOOR KABELS

De impact wordt – voor “parkkabels” en voor “landkabels” – als zeer tijdelijk en lokaal beoordeeld.

Een gezamenlijke en dus gelijktijdige installatie van kabels (zelfde trajecten) zou een geringere impact(zone) betekenen dan indien elk van beide projecten verschillende trajecten hanteert of kabels legt langs hetzelfde traject maar op een ander tijdstip.

### 5.3.2.2 Exploitatiefase

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Effecten op de hydrodynamica door funderingen en kabels	Ja	-
Effecten op de waterkwaliteit door funderingen en kabels	Neen	S
Impact op de turbiditeit door funderingen	Ja	-
Impact op de turbiditeit door kabels	Ja	-

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten, <S: cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten).

### 5.3.2.3 Ontmantelingsfase

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Effecten op de hydrodynamica door funderingen en kabels	Ja	-
Effecten op de waterkwaliteit door funderingen en kabels	Ja	-
Impact op de turbiditeit door funderingen	Neen	S
Impact op de turbiditeit door kabels	Neen	<S

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten, <S: cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten).

De effecten tijdens de ontmantelingsfase zullen gelijkaardig zijn als in de inrichtingsfase. Voor de meeste effecten zal de impact bovendien geringer zijn dan tijdens de inrichtingsfase. Er wordt daarom verwezen naar 5.3.2.1.

## 5.3.3 Klimatologische factoren en atmosfeer

### 5.3.3.1 Constructiefase

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Beïnvloeding van de luchtkwaliteit door emissies tijdens de constructiefase	Ja	-

### 5.3.3.2 Exploitatiefase

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Beïnvloeding van de luchtkwaliteit door vermeden emissies SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> en CO <sub>2</sub>	Neen	S
Impact op globaal klimaat	Ja	-
Impact op lokaal windklimaat	Ja	-
Impact op lokaal temperatuursklimaat onder invloed van kabel	Ja	-

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten, <S: cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten).

## BEÏNVLOEDING VAN DE LUCHTKWALITEIT DOOR VERMEDEN EMISSIES SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> EN CO<sub>2</sub>

Een belangrijk effect tijdens de exploitatiefase zijn de vermeden emissies op het land als gevolg van het feit dat de netto elektriciteitsproductie van de windturbineparken niet door middel van klassieke, al dan niet in combinatie met nucleaire, productie dient te worden opgewekt.

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de vermeden emissies van de verschillende windturbineparken in vergelijking met klassieke productie.

**Tabel 5.3.3: Vermeden emissies windturbineparken (ton/jaar)**

Vermeden emissies	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>
C-Power	795,2	901,7	487.770
Eldepasco (oorspronkelijke gebied / uitgebreide gebied)	450 / 670	483 / 720	339.435 / 505.381
Belwind (3 MW / 5 MW)	1.034 / 1.178	960 / 1.093	736.316 / 838.936
Totaal	2.279 / 2.643	2.345 / 2.714	1.563.521 / 1.832.087

De vermeden emissies van elk windturbinepark op zich leveren al een belangrijke bedrage tot de voor België vooropgestelde reductiedoelstellingen voor SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en CO<sub>2</sub>. De cumulatieve bijdrage is uiteraard nog groter en komt overeen met de som van de individuele bijdragen.

De Kyoto doelstelling voor België is een reductie van de uitstoot van broeikasgassen tot 130,5 miljoen ton CO<sub>2</sub> equivalent. Voor SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> bedragen de emissieplafonds in het kader van de NEC-richtlijn respectievelijk 99.000 en 176.000 ton/jaar. De procentuele bijdrage van de vermeden emissies van de verschillende windturbineparken tot deze reductiedoelstellingen evenals de cumulatieve bijdrage worden weergegeven in Tabel 5.3.4

**Tabel 5.3.4: Bijdrage van de vermeden emissies tot de reductiedoelstellingen (%)**

Bijdrage tot reductiedoelstellingen	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>
C-Power	0,8	0,5	0,39
Eldepasco (oorspronkelijke gebied / uitgebreide gebied)	0,45 / 0,68	0,27 / 0,41	0,26 / 0,39
Belwind (3 MW / 5 MW)	1,04 / 1,19	0,55 / 0,62	0,56 / 0,64
Cumulatieve bijdrage	2,30 / 2,67	1,33 / 1,54	1,20 / 1,40

### 5.3.3.3 Ontmantelingsfase

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Beïnvloeding van de luchtkwaliteit door emissies tijdens de ontmantelingsfase	Ja	-

## 5.3.4 Geluid en trillingen

### 5.3.4.1 Constructiefase

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Geluid onder water heien funderingspalen	Neen	S
Geluid boven water heien funderingspalen	Neen	S
Scheepvaart	Ja	-
Baggeren van de funderingen	Neen	S
Baggeren van de kabel	Neen	<S

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten, <S cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten).

Het effect van het geluid en de trillingen tijdens de constructiefase zijn slechts tijdelijk. Er zal enkel een cumulatief effect optreden wanneer de constructiefases gelijktijdig uitgevoerd worden.

### **GELUID ONDER WATER HEIEN FUNDERINGSPALEN**

Het geluid van het heien van funderingspalen kan onder water tot op een relatief grote afstand (verder dan de 3 windturbineparken) propageren met slechts een geringe attenuatie. Maar gezien dat bij het heien een impulsgeluid (niet continue) wordt voortgebracht en de heiactiviteiten slechts tijdelijk voorkomen, zal het cumulatieve effect niet groter zijn dan de som van de effecten per windturbinepark. De kans dat de puls van het heien van de 2 windturbineparken samen valt is namelijk zeer klein.

### **GELUID BOVEN WATER HEIEN FUNDERINGSPALEN**

Boven water zal het specifieke geluid van het heien van een windturbinepark niet hoorbaar zijn ter hoogte van een ander windturbinepark, het cumulatieve effect zal bijgevolg niet groter zijn dan de som van de effecten per windturbinepark.

### **BAGGEREN VAN DE FUNDERINGEN**

Het geluid van het baggeren kan onder water tot op een relatief grote afstand (verder dan de 3 windturbineparken) propageren met slecht een geringe attenuatie. Maar gezien dat het baggeren slechts tijdelijk voorkomt en enkel voorkomt wanneer er gekozen wordt voor een graviteitsfundering, zal het cumulatieve effect niet groter zijn dan de som van de effecten per windturbinepark.

### **BAGGEREN VAN DE KABEL**

De impact voor het baggeren van de kabels wordt als zeer tijdelijk beoordeeld. Een gezamenlijke en dus gelijktijdige installatie van kabels (zelfde trajecten) zou een minder lange geluidstoename met zich meebrengen dan wanneer elk van beide projecten verschillende trajecten hanteert of kabels legt langs hetzelfde traject maar op een ander tijdstip.

#### **5.3.4.2 Exploitatiefase**

<i>Effect</i>	<i>Verwaarloosbaar</i>	<i>Cumulatief</i>
Onderwatergeluid van de windturbines	Neen	S
Bovenwatergeluid van de windturbines	Neen	>S

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten, <S cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten).

### **ONDERWATERGELUID VAN DE WINDTURBINES**

Het effect onder water van de windturbines blijft beperkt tot het gebied tussen de turbines en het overschrijdt niet de veiligheidsgrens van 500 m rond het windturbinepark.

### **BOVENWATERGELUID VAN DE WINDTURBINES**

Figuur 5.3.1 geeft de geluidscontouren weer van het specifieke geluid boven water van de 3 windturbineparken samen, met name Eldepasco (worst case 72 x 3 MW), C-Power (60 x 5 MW) en Belwind (worst case 66 x 5 MW) berekend met het IMMI 6.3 overdrachtsmodel.

**Figuur 5.3.1: Geluidscontouren van het specifieke geluid van de 3 windturbineparken samen, met name Eldepasco (worst case: 72 x 3 MW), C-Power (60 x 5 MW) en Belwind (66 x 5 MW) boven water berekend met het IMMI 6.3 overdrachtsmodel.**

Enkel tussen het Belwind en het C-Power windturbinepark ter hoogte van het Eldepasco windturbinepark zal het geluidsniveau iets hoger zijn bij de cumulatieve werking van de 3 windturbineparken samen. In deze zone (ten noordoosten en ten zuidwesten van het Eldepasco windturbinepark) zal het geluid van de windturbineparken iets verder (ca. 1 km) hoorbaar zijn dan wanneer de windturbineparken afzonderlijk in werking zouden zijn. Daar er slechts een gering negatief effect verwacht wordt van de individuele effecten (van de afzonderlijke windturbineparken) zal er ook slechts een beperkt effect aanwezig zijn van het geluid boven water afkomstig van de 3 windturbineparken.

### 5.3.4.3 Ontmantelingsfase

<i>Effect</i>	<i>Verwaarloosbaar</i>	<i>Cumulatief</i>
Geluid onder water	Neen	S
Geluid boven water	Neen	S
Scheepvaart	Ja	-

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten, <S: cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten).

De effecten tijdens de ontmantelingsfase zullen gelijkaardig zijn als in de inrichtingsfase. Voor de meeste effecten zal de impact bovendien geringer zijn dan tijdens de inrichtingsfase. Er wordt daarom verwezen naar 5.3.4.1.

## 5.3.5 Fauna, flora & biodiversiteit

### 5.3.5.1 Benthos en vissen

#### CONSTRUCTIEFASE

<i>Effect</i>	<i>Verwaarloosbaar</i>	<i>Cumulatief</i>
Biotoopverlies	Neen (benthos)	S
Verlies aan organismen	Neen (benthos)	<S
Verstoring (sedimentatie)	Ja	
Verstoring (geluid en trillingen)	Neen (vissen)	S

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten, <S: cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten).

#### Biotoopverlies

Het biotoopverlies is afhankelijk van het funderingstype en het aantal turbines. Indien gekozen wordt voor een monopaal of een multipode/jacket wordt geen bijkomend indirect verlies door de (tijdelijke) stockage van gebaggerd zand veroorzaakt. Dit indirecte verlies door stockage (gravitaire) is verantwoordelijk voor een toename van het biotoopverlies met een factor 10 (Eldepasco) tot 25 (Belwind).

Het C-Power park zal naar alle waarschijnlijkheid uit gravitaire funderingen bestaan, terwijl de keuze voor het funderingstype nog niet vastligt voor de twee andere alternatieven. Voor de berekeningen van het cumulatieve biotoopverlies wordt daarom uitgegaan van de worst case scenario's:



- Oorspronkelijke concessiezone: 3 MW - Oorspronkelijk Scenario (OS3): C-Power (graviteits; 60 turbines); Eldepasco (gravitair; 51 turbines); Belwind (graviteits; 110 turbines (3 MW));
- Uitgebreide concessiezone: Uitgebreid Scenario (US3): C-Power (graviteits; 60 turbines); Eldepasco (graviteits; 74 turbines); Belwind (graviteits; 110 turbines (3 MW)).

**Tabel 5.3.5: Cumulatief biotoopverlies**

3 MW - Oorspronkelijk Scenario (OS3)		C-Power	Eldepasco	Belwind	Totaal
uit te graven zone	m <sup>2</sup>	326.592	926.475	678.000	1.934.067
oppervlakte waarover gestockeerd wordt (dikte 5m) totaal	m <sup>2</sup>	233.100	459.000	834.889	1.526.989
totaal biotoopverlies	m <sup>2</sup>	559.692	1.388.475	1.512.889	3.461.056
relatieve oppervlakte inname tov BDNZ (dikte 5m)	%	0,016%	0,039%	0,042%	0,096%
3 MW - Uitgebreide Scenario (US3)		C-Power	Eldepasco	Belwind	Totaal
uit te graven zone	m <sup>2</sup>	326.592	1.348.650	678.000	2.353.242
oppervlakte waarover gestockeerd wordt (dikte 5m) totaal	m <sup>2</sup>	233.100	666.000	834.889	1.733.989
totaal biotoopverlies	m <sup>2</sup>	559.692	2.014.650	1.512.889	4.087.231
relatieve oppervlakte inname tov BDNZ (dikte 5m)	%	0,016%	0,056%	0,042%	0,114%

De drie windturbineparken met een totale oppervlakte (excl. Veiligheidszones) variërend tussen 58,13 km<sup>2</sup> (oorspronkelijke concessie Eldepasco) en 63,40 km<sup>2</sup> (uitgebreide concessie Eldepasco), nemen respectievelijk ca. 22,02 % tot 24,01 % in van de afgebakende windconcessiezone of ongeveer 1,61 % tot 1,76 % van het BDNZ. In vergelijking met de zand- en grindsector die goed is voor ongeveer 14% van het BDNZ is het aandeel ingenomen door de offshore windenergie beperkt.

Het cumulatieve biotoopverlies is 18 % groter in het uitgebreide scenario (US3) ten opzichte van het oorspronkelijke scenario (OS3). De oppervlakte-inname voor beide scenario's blijft echter relatief klein in vergelijking met het gehele BDNZ. Bovendien heeft dit relatieve verlies niet plaats in een natuurbeschermingsgebied of een gebied gekenmerkt door een hoge ecologische waarde, waardoor er besloten kan worden dat het cumulatieve verlies aan biotoop voor bentische organismen een gering negatief effect zal hebben voor beide scenario's.

#### Verlies aan organismen

Het verlies aan organismen is recht evenredig met het biotoopverlies. Uitgaande van de biomassa schatting van 33 g/m<sup>2</sup> wordt een verlies aan organismen verwacht dat varieert tussen de 114 ton (OS3) en 135 ton (US3). De totale biomassa van het BDNZ wordt na extrapolatie geschat op >100.000 ton. Reeds eerder werd aangewezen dat de beschouwde zandbanken niet geïdentificeerd zijn als gebieden met een zeer hoge natuurwaarde. Er kan dus verwacht worden dat het relatieve verlies ten opzichte van de Belgische marien wateren nog kleiner zal zijn dan dat een ruwe extrapolatie van deze biomassa voor het volledige BDNZ zou geven.

In vergelijking met andere sectoren zoals de boomkorvisserij en de aggregaatextractie is het impactgebied relatief klein. Daarenboven moet bij dit cumulatieve effect rekening gehouden worden met het mogelijke refugium-effect dat ontstaat door de sluiting van het gebied voor andere activiteiten. In totaal gaat het om een oppervlakte (incl. veiligheidszone 500 m) van 92,98 km<sup>2</sup> (oorspronkelijke concessiegebied) tot 99,19 km<sup>2</sup> (uitgebreide concessiegebied) of m.a.w. respectievelijk 2,58 % tot 2,76 % van het BDNZ.

Het cumulatieve effect moet dus gezien worden als het negatieve effect aan verlies aan organismen door de drie parken, gecorrigeerd met het positieve effect van het refugium. Gezien hier het worst case cumulatieve scenario (gravitaire fundering + grootste aantal turbines) wordt voorgesteld met inbegrip van zowel het oorspronkelijke (OS3) als het uitgebreide (US3) concessiegebied Eldepasco, wordt het verlies aan organismen door de offshore windenergie voor alle funderingstypes en vermogensranges als aanvaardbaar (-) beschouwd voor beide scenario's.

### Verstoring (geluid en trillingen)

In paragraaf 5.3.4.1 wordt het cumulatieve effect van het heien berekend als de som van de effecten per windturbinepark. Gezien het om een impulsgekluid gaat, wordt het geluid niet versterkt binnen bepaalde overlapzones waardoor het effect op benthos en vissen vergelijkbaar is als beschreven onder de respectievelijke paragrafen. Gezien de ruimte die verstoord wordt door de heiactiviteiten toeneemt, neemt ook het percentage benthos en vissen lineair toe.

### **EXPLOITATIEFASE**

<i>Effect</i>	<i>Verwaarloosbaar</i>	<i>Cumulatief</i>
Waterkwaliteit	Ja	
Introductie van harde substraten	Neen	S
Geluid en trillingen	Neen	>S
Andere vormen van verstoring	Ja	

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten, <S cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten).

### Introductie van hard substraat

De bouw van een offshore windturbinepark zorgt voor een introductie van hard substraat in het van nature zandige biotoop. Meer specifiek gaat het om turbines, funderingen en erosiebescherming. Reeds in het hoofdstuk "Fauna, flora & biodiversiteit" werd uitvoerig ingegaan op de mogelijke voor- en nadelen van de introductie van hard substraat. In deze paragraaf wordt in de eerste plaats de nadruk gelegd op het oppervlak substraat (turbines + erosiebescherming) dat mogelijks gekoloniseerd kan worden door een nieuwe "rotskust"-gemeenschap. Gezien de beperkte laagdikte van de erosiebescherming (max. tot 1,6 m laag) werd er reeds op gewezen dat de niches (3-dimensionele structuur) waarschijnlijk volledig met zand zullen gevuld raken, waardoor we kunnen aannemen dat enkel het oppervlak bepalend zal zijn.

Afhankelijk van het scenario is de cumulatieve bijdrage van de 3 parken 860.726 m<sup>2</sup> (OS3) of 1.009.248 m<sup>2</sup> (US3) indien gekozen wordt voor graviteitsfunderingen voor de drie windinitiatieven (Tabel 5.3.6). Uit Tabel 5.3.6 wordt duidelijk dat vooral het aandeel van de erosiebescherming bepalend is. Indien we rekening houden met het gegeven dat in geval van de graviteitsfundering de erosiebescherming grotendeels onder de zeebodem zal verdwijnen daar deze voornamelijk mee ingebed ligt in de ingegraven funderingskuil, dan is de impact in het worst case scenario grotendeels te relativiseren.

**Tabel 5.3.6: Cumulatieve bijdrage introductie hard substraat**

3 MW - Oorspronkelijk Scenario (OS3)		C-Power	Eldepasco	Belwind	Totaal
netto erosiebescherming	m <sup>2</sup>	230.330	375.518	180.893	786.741
turbine (15 - 20 m)	m <sup>2</sup>	16.965	14.420	42.600	73.985
totale intro hard substraat (kolonisatie)	m <sup>2</sup>	247.294	389.938	223.493	860.726

3 MW - Uitgebreide Scenario (US3)		C-Power	Eldepasco	Belwind	Totaal
netto erosiebescherming	m <sup>2</sup>	230.330	544.870	180.893	956.093
turbine (15 - 20 m)	m <sup>2</sup>	16.965	10.179	26.012	53.156
totale intro hard substraat (kolonisatie)	m <sup>2</sup>	247.295	555.049	206.905	1.009.248

Een tweede mogelijks cumulatief effect van de introductie van hard substraat is de rol die deze kunnen spelen in de verspreiding en de instandhouding van niet-inheemse soorten. Reeds in de discipline "fauna en flora" werd aangehaald dat niet minder dan 90 niet-inheemse soorten zich reeds in de Belgische kustwateren gevestigd hebben. De belangrijkste anthropogene oorzaken van de toename zijn de groei in scheepvaart en aquacultuur. Gezien vreemde soorten voornamelijk door het lozen van ballastwater geïntroduceerd worden, en dit meestal niet in open zee gebeurt, zal het grootste gevaar afkomstig zijn van aquacultuur/ maricultuur. Binnen het concessiegebied van C-Power wordt de kweek van inheemse mosselculturen voorzien. Hoewel het hier om inheemse organismen gaat, kunnen zij bepaalde ziektes met zich meebrengen of kunnen zij als substraat dienen voor de introductie van bijvoorbeeld de larvale stadia van zeepokken of de Japanse oester. Vanaf deze hangculturen kunnen zij zich mogelijks verspreiden naar de harde substraten van de windturbineparken (stepping stones) en daar bepaalde andere soorten gaan domineren. Het verstoren van het ecosysteem door deze soorten is reeds gekend voor de (ondiepere, meer beschutte) kustwateren. In hoeverre deze organismen ook kunnen gedijen in het zeer dynamische, offshore milieu van het BDNZ is echter minder gekend. Bepaalde soorten zoals de Japanse oester, werden echter reeds waargenomen op boeien ver uit de kust. Het is dan ook belangrijk te wijzen op potentiële cumulatieve effecten.

Ongeacht de voor- en nadelen van deze introductie, wordt het effect in beide scenario's als aanvaardbaar beschouwd. Enige voorzichtigheid is wel op zijn plaats en verdere monitoring om deze resultaten te bevestigen zijn wenselijk.

## ONTMANTELINGSFASE

Hiervoor wordt verwezen naar de cumulatieve effecten beschreven in de constructiefase.

## BEKABELING

<i>Effect</i>	<i>Verwaarloosbaar</i>	<i>Cumulatief</i>
Biotoopverstoring	Neen	>S
Verlies aan organismen	Ja	
Verstoring (sedimentatie)	Ja	
Verstoring (geluid en trillingen)	Neen	S
Elektromagnetische straling	Neen	S

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten, <S: cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten).

### Biotoopverstoring

Algemeen kan gesteld worden dat de biotoopverstoring tengevolge van de kabeltracés van de verschillende windturbineparken naar de kust niet significant zal zijn.

Technisch gezien is het leggen van één grote kabel voor de verschillende parken onmogelijk. Er kan echter aangenomen worden dat indien gekozen wordt voor een maximale aansluiting met bestaande trajecten (bundeling), het ruimtebeslag en dus ook het cumulatieve effect geminimaliseerd wordt. In deze optiek wordt gekozen voor het best beschikbare alternatief voor het milieu.

Hieraan wordt reeds voldaan door de keuze van Eldepasco en Belwind om hun kabeltracés zoveel mogelijk op elkaar af te stemmen.

### Verstoring (geluid en trillingen)

In paragraaf 5.3.4.2 wordt het cumulatieve effect van het geluid (onder en boven water) tijdens de constructiefase berekend. Enkel het onderwatergeluid is relevant voor de bespreking van fauna en flora. Het onderwatergeluid blijft beperkt tot het concessiegebied zodat hier enkel een cumulatieve toename zal zijn van het geïmpacteerd gebied. Het geluid wordt echter niet versterkt waardoor het effect op het benthos en de vissen naar verwachting beperkt blijft.

Algemeen wordt hier nogmaals gewezen dat er veel leemtes in de kennis bestaan ivm het onderzoek naar de impact van geluid door de exploitatie van meerder windturbineparken. Monitoring om de resultaten te bevestigen is aangewezen.

### Elektromagnetische velden

Het cumulatieve effect van meerdere kabels binnen één park of de nabijheid van verschillende windturbineparken is nog ongekend (Gill *et al.*, 2005). Verder onderzoek is dan ook aangewezen. We kunnen er echter wel vanuit gaan dat indien geopteerd wordt voor hetzelfde kabeltraject als Belwind het cumulatieve effect beperkt zal zijn in vergelijking met de keuze voor de aanleg van een nieuw kabeltraject naar Zeebrugge of Oostende. In het laatste geval worden elektromagnetische velden gecreëerd in een nog niet-geïmpacteerd gebied, waardoor het effect groter is. Het is echter nog onduidelijk in welke mate het elektrisch veld zal versterkt of deels opgehoft worden door het bundelen van de kabels.

## **5.3.5.2 Vogels**

### **CONSTRUCTIEFASE**

<i>Effect</i>	<i>Verwaarloosbaar</i>	<i>Cumulatief</i>
Algemene verstoring tijdens de bouwphase	Nee/Ja	S

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten, <S cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten).

### Algemene verstoring tijdens de bouwphase

De bouwwerkzaamheden zullen bij betere weersomstandigheden, voornamelijk tijdens de zomerperiode, plaatsvinden. Bijgevolg zullen de verstoringseffecten (tijdelijke inname van rust- en foerageergebied, verstoring door aanwezigheid van schepen en bouwplatformen, ...) als gevolg van de bouwwerkzaamheden zich hoofdzakelijk tijdens deze periode voordoen.

De vogelsoorten die tijdens de periode van april tot oktober ter hoogte van de Bligh Bank voorkomen, zijn Kleine Mantelmeeuw, Jan van Gent, Zeekoet en Drieteenmeeuw. Op de Bank Zonder Naam komen voornamelijk Alk, Jan van Gent, Zeekoet en Drieteenmeeuw voor. Op basis van het eerste monitoringrapport van de Thorntonbank (Vanermen *et al.*, 2006) kan er gesteld worden dat tijdens de zomermaanden de Thorntonbank van belang is voor Jan van Gent, Drieteenmeeuw, Grote Stern, Visdief (najaarstrek in augustus) en Kleine Mantelmeeuw. Van al deze soorten zijn Zeekoet en Alk gevoelig voor verstoring; Jan van Gent, Visdief, Grote Stern, Drieteenmeeuw en Kleine Mantelmeeuw zijn matig gevoelig voor verstoring.

De bouw van elk van de drie windturbineparken zal per park gespreid worden over een periode van 2 jaar. Momenteel staat nog niet vast wanneer de bouwwerkzaamheden effectief zullen plaatsvinden. Wat de bouw van het windturbinepark van C-Power betreft, kan er vanuit gegaan worden dat deze vervolgd zal worden in het voorjaar en/of de zomer van 2009. De start van de bouw van het windturbinepark van Eldepasco en Belwind is nog niet gekend. Er kan echter verwacht worden dat de bouw van de drie windturbineparken (gedeeltelijk) met elkaar zal overlappen.

Het cumulatieve effect van verstoring tijdens de bouw van de drie windturbineparken bestaat, in geval ze samen zouden gebouwd worden, uit de som van de effecten voor elk van de windturbineparken. Er kan wel gesteld worden dat het effect van verstoring kleiner zal zijn indien er geen overlapping in bouwperiodes zou zijn. Op die manier zal de zone waar verstoring zal optreden kleiner zijn dan wanneer alle parken tegelijk worden gebouwd. In alle gevallen (afzonderlijk bouwen of samen bouwen) zal de som van de verstoringseffecten aanvaardbaar zijn, en worden er geen significante effecten verwacht op de verschillende vogelsoorten.

## EXPLOITATIEFASE

<i>Effect</i>	<i>Verwaarloosbaar</i>	<i>Cumulatief</i>
Verstoringseffect pleisterende, foeragerende vogels	Neen	>S
Aanvaringseffect t.o.v. trekvogels	Neen	S

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten, <S: cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten).

### Verstoringseffect t.o.v. pleisterende, foeragerende vogels

De aanwezigheid van de windturbineparken kan voor verstoringseffecten op zeevogelsoorten een verlies van habitat betekenen. Dit is voornamelijk het geval tijdens de winterperiode, waarbij grote aantallen zeevogels zich op het BDNZ concentreren vooraleer ze naar hun broedgebieden trekken. De aanwezigheid van de windturbineparken kan tevens een vermindering van foerageergebied betekenen voor bepaalde verstoringseffecten op vogelsoorten.

Jan van Gent, Zeekoet, Alk en Drieteenmeeuw zijn soorten die in grote aantallen voorkomen ter hoogte van de drie windturbineparken. Kleine Mantelmeeuw en Grote Mantelmeeuw zijn eerder algemene soorten die verspreid over het BDNZ voorkomen. De drie banken (Bligh Bank, Thorntonbank en Bank Zonder Naam) vormen voor deze soorten geen concentratiegebieden.

Er bestaat vooralsnog onduidelijkheid over de uitstralende werking van een offshore windturbinepark en dus ook over het werkelijke effect van ruimtebeslag van een windturbinepark of meerdere samen op zee. De inschatting van het cumulatieve verstoringseffect van de drie windturbineparken samen wordt gebaseerd op, enerzijds de algemene uitstralende werking van elk windturbinepark en anderzijds het vermijdingsgedrag van de soorten die er voorkomen. De algemene uitstralende werking is afgeleid van het vermijdingsgedrag van de soorten, maar wordt toch als een afzonderlijke parameter beschouwd voor bepaling van het verstoringseffect.

### *Uitstralende werking van een windturbinepark*

Uit ervaringen in Denemarken wordt de uitstralende werking van één windturbinepark op enkele kilometers ingeschat. Bureau Waardenburg heeft een verstoring voor zeevogels geconstateerd tot op een afstand van zeker 4 kilometer tot het park van Horns Rev (Grontmij, 2006).

Als parken dicht tegen elkaar worden gebouwd, kan er bijgevolg een zekere overlapping van de verstoringseffecten optreden. Het windturbinepark van Belwind ligt op ca. 5 km van het windturbinepark van Eldepasco. Dat van Eldepasco ligt op ca. 6 km van dat van C-Power. Rekening houdend met een

uitstralende werking van ongeveer 4 km, kan er bijgevolg naar verstoring toe aangenomen worden dat de drie windturbineparken (onafhankelijk de keuze voor het oorspronkelijke of het uitgebreide concessiegebied van Eldepasco) samen als één cluster kunnen beschouwd worden. Dit heeft tot gevolg dat ook de zeegebieden tussen de afzonderlijke windturbineparken aan kwaliteit als zeevogelhabitat kunnen inboeten. Indien hiermee rekening wordt gehouden, zal de zone waar de windturbineparken gelegen zijn met een zone van 4 km errond minder geschikt zijn als habitat voor bovenvermelde zeevogels. Deze zone komt ongeveer overeen met de volledige windconcessiezone (= de afgebakende zone voor de ontwikkeling van windenergie volgens het KB 17/05/2004) die op het BDNZ is afgebakend. Deze zone heeft een oppervlakte van ca. 263 km<sup>2</sup> of 3,7 % van het BDNZ. Dit cumulatief effect kan echter op basis van de huidige gegevens niet hard gemaakt worden. Bijkomend onderzoek naar dit mogelijks cumulatieve effect en naar de uitstralende werking van één windturbinepark is noodzakelijk.

#### *Vermijdingsgedrag van vogelsoorten*

Onderzoek ter hoogte van Horns Rev (Grontmij, 2006) toont aan dat de vermindering binnen een operationeel windturbinepark voor de meest gevoelige soorten zoals Alk / Zeekoet<sup>28</sup> 100 % bedraagt. In een zone tot 2 km rond het park werd voor deze twee soorten nog aanzienlijk verminderde aantallen gevonden, met respectievelijk 87 en 47 %. Tussen de twee en vier kilometer van dit park was dit nog 56 en 28 %. Verder weg van het park geven de Deense onderzoekers geen getallen, maar gezien het bovenstaande, mag verondersteld worden dat ook verder dan 4 km nog enige verstoring optreedt voor deze soorten.

Voor Jan van Gent waren alleen cijfers beschikbaar van de zone van 2-4 km vanaf de periferie van het windturbinepark, waar een reductie van de aantallen ten opzichte van de nulsituatie werd gemeten van ca. 80 %. Op basis van dat gegeven werd verondersteld dat het vermijdingspercentage in het park 100 % bedraagt en ca. 90 % bedraagt in de zone van 0-2 km.

Hetzelfde Deense onderzoek liet geen vermijdingsgedrag zien bij Zilvermeeuw, Dwergmeeuw, Noordse Stern / Visdief<sup>28</sup>. Ook Everaert & Stienen (2006) geven aan dat de aanwezigheid van de windturbines op de strekdammen van de haven van Zeebrugge weinig verstoring, afgezien van de aanvaringen, tot gevolg heeft op de broedende stern en op het sterneneiland. Hier dient wel opgemerkt dat er in geval van het sterneneiland vanuit gegaan wordt dat de broedende stern enige gewinning vertonen t.o.v. de aanwezige windturbines die op de strekdam aanwezig zijn.

Voor Drieteenmeeuw die een belangrijke soort is ter hoogte van de drie windturbineparken zijn er geen onderzoeksgegevens voorhanden. Met enige voorzichtigheid zou er kunnen aangenomen worden dat deze soort op gelijkaardige manier zal reageren als de andere meeuwensoorten t.h.v. Horns Rev. Vanermen *et al.* (2006) geven aan dat Drieteenmeeuw matig gevoelig is voor verstoring. Gezien de meeuwen binnen een windturbinepark geen vermindering vertonen, kan er bijgevolg verwacht worden dat de meeuwen (inclusief Drieteenmeeuw) geen vermindering zullen vertonen t.o.v. de aanwezigheid van drie windturbineparken die gemiddeld op ca. 5 km ten opzichte van elkaar gelegen zijn.

Wat Jan van Gent betreft, wordt op basis van de huidige informatie het cumulatief effect van de aanwezigheid van de drie windturbineparken als significant beschouwd. Deze soort vertoont namelijk een Voor de zone van 4-6 km wordt een vermijdingspercentage van 10 % aangenomen. De drie windturbineparken zijn op een gemiddelde afstand van 5 km van elkaar verwijderd, waardoor een overlapping ontstaat tussen de zones waar een significant vermijdingsgedrag optreedt. Op basis van dit gegeven en in een worst case benadering, kan er verwacht worden dat Jan van Gent de volledige concessiezone voor windturbineparken (ca. 263 km<sup>2</sup> of 7,3 % van het BDNZ) die op het BDNZ

---

<sup>28</sup> Alk en Zeekoet enerzijds en Noordse Stern en Visdief anderzijds worden als een eenheid beoordeeld, omdat ze vanuit het vliegtuig niet van elkaar worden onderscheiden.

afgebakend is zo goed als volledig zal vermijden. Aangezien deze redenering momenteel enkel gebaseerd is op de vaststellingen ter hoogte van Horns Rev, is monitoring van dit verstoringseffect van belang.

### Besluit

Op basis van bovenstaande vaststellingen kan het volgende besloten worden:

- Indien rekening gehouden wordt met een cluster van windturbineparken met een interne en externe uitstralende werking van ca. 4 km, zal de zone waar een verstorend effect zal optreden ongeveer even groot zijn als de volledige concessiezone voor windparken die op het BDNZ is afgebakend. Deze zone heeft een oppervlakte van ca. 263 km<sup>2</sup> of 7,3 % van het BDNZ. Op basis van deze redenering wordt het cumulatieve verstoringseffect op verstoringsevoelige soorten die een groot vermijdingspercentage hebben als significant beoordeeld. Het betreft Alk / Zeekoet en Jan van Gent. Indien dit effect in relatie wordt gebracht met het aandeel van de totale biogeografische populatie die gebruik maakt van de Zuidelijke Noordzee, die voor Jan van Gent, Alk en Zeekoet geschat wordt op respectievelijk ca. 4-7 %, < 2 % en < 1 % (Stienen & Kuijken, 2003), wordt het effect uiteindelijk als matig negatief ingeschat. Bovendien worden de banken waar de windturbineparken op gebouwd zullen worden voor deze soorten niet als concentratiegebieden beschouwd.
- Op basis van bovenstaande informatie kan met enige voorzichtigheid gesteld worden dat het cumulatieve effect van de cluster van windturbineparken (onafhankelijk de keuze voor het oorspronkelijke of uitgebreide concessiegebied van Eldepasco) weinig effect zal hebben op meeuwen, waarbij Drieteenmeeuw, Kleine Mantelmeeuw en Grote Mantelmeeuw de belangrijkste soorten zijn ter hoogte van de windturbineparken.
- Wat Noordse Stern / Visdief betreffen, wordt op grond van de eerste resultaten uit de Deense Horns Rev studie, geen negatief cumulatief effect verwacht.

Aangezien bovenvermeld besluit momenteel grotendeels gebaseerd is op de vaststellingen ter hoogte van Horns Rev, is monitoring van dit verstoringseffect aangewezen.

### Aanvaringseffect t.o.v. trekvogels

Wat het aanvaringseffect ten opzichte van trekvogels betreft, zijn er momenteel nog geen monitoringgegevens voorhanden inzake het cumulatieve effect van offshore windturbineparken. Dergelijk onderzoek, waarbij op terrein geïnventariseerd wordt, is tot op heden nog niet uitgevoerd aangezien er nog nergens een bundeling van windturbineparken bestaat. Er kan voorzichtig aangenomen worden dat het cumulatieve effect een som van de afzonderlijke effecten zal zijn. Het aanvaringseffect wordt namelijk hoofdzakelijk bepaald door de hoogte waarop de vogels vliegen, wat waarschijnlijk minder afhankelijk is van de grootte en configuratie van het/de park(en).

De Thorntonbank en de Bank Zonder Naam vormen een belangrijk doortrekgebied tijdens de voor- en najaarstrek voor Jan van Gent en Drieteenmeeuw. Gezien hun wijd verspreide voorkomen (zowel op het BDNZ als in de rest van de Noordzee) kunnen beide banken echter niet aangeduid worden als zijnde van specifiek belang voor deze en andere algemene soorten. De Thorntonbank is tijdens de najaarstrek wel van groot belang voor enkele Bijlage I soorten, nl. Grote Stern, Visdief en Dwergmeeuw. Voor deze soorten is het momenteel nog niet duidelijk of zij optreden als pleisteraars of als eerder kortstondige doortrekkers. De Bligh Bank is vooral van belang als doortrekgebied voor Jan van Gent en Zilvermeeuw. Voor de volledigheid worden ook Alk en Zeekoet in beschouwing genomen aangezien deze soorten belangrijke overwinteraars zijn ter hoogte van de concessiegebieden en bijgevolg ook lange tijd in de omgeving van de windturbineparken zullen verblijven en bijgevolg negatief kunnen beïnvloed worden door aanvaring.

Het aanvaringsrisico voor vogels wordt zoals reeds aangehaald, voornamelijk bepaald door de hoogte waarop ze vliegen. Op basis van de vaststellingen van Vanermen *et al.* (2006), Garthe & Hüppop (2004) en Scira (2006) kan het volgende gesteld worden:

- Zeekoet, Alk, Visdief, Dwergmeeuw, Drieteenmeeuw, Grote Stern en Jan van Gent zijn vogels die zelden of nooit hoger vliegen dan 25 m ten opzichte van het wateroppervlak. Garthe & Hüppop (2004) stelden vast dat Zeekoet en Dwergmeeuw onder de 5 m vlogen; Visdief vloog tussen de 5 en 10 m; Grote Stern vloog tussen de 10 en 20 m. Op basis van deze gegevens kan er aangenomen worden dat de kans dat deze vogels in aanvaring komen met de windturbines (3 MW – 7 MW) eerder klein is. De aanwezigheid van meerdere windturbineparken binnen een bepaalde zone zal waarschijnlijk weinig aan hun vlieggedrag veranderen en zal bijgevolg niet leiden tot een bijkomend cumulatief effect.
- Kleine Mantelmeeuw, Grote Mantelmeeuw en Zilvermeeuw zijn soorten die in respectievelijk 12 %, 14 % en 9 % van de gevallen op een hoogte van meer dan 25 m werden waargenomen. Garthe & Hüppop (2004) stelden vast dat Grote Mantelmeeuw tussen de 10 en 20 m vloog; Kleine Mantelmeeuw en Zilvermeeuw vlogen tussen de 20 en 50 m. Deze soorten zijn eerder algemeen voorkomend op het BDNZ en zullen door de combinatie van hun grote formaat, lage wendbaarheid en de vlieghoogte het gevoeligst zijn voor aanvaring. Het aanvaringsrisico wordt hoger ingeschat voor kleinere turbines (3 MW) dan grotere turbines (6 – 7 MW) daar de beschikbare vliegafstand vanaf het zeeoppervlak relatief kleiner is bij kleinere turbines. Of de aanwezigheid van meerdere windturbineparken binnen een relatief kleine afstand van elkaar een bijkomend effect zal hebben op de aanvaring van deze soorten kan momenteel nog niet gezegd worden. Verder onderzoek is hierbij noodzakelijk.

Naast de typische zeevogelsoorten komen boven het BDNZ ook grote aantallen niet-zeevogels voor. Waarnemingen die ter hoogte van de Thorntonbank zijn uitgevoerd (Vanermen *et al.*, 2006) tonen wel aan dat de doortrek van vogelsoorten het meest intens is langsheen de kust. Verder op zee gebeurt de trek via een breed front. In hoeverre de aanwezigheid van een cluster van windturbineparken een invloed zal hebben op deze niet-zeevogels vormt tot op de dag van vandaag een leemte in de kennis. Verdere monitoring is hierbij noodzakelijk.

Of er een cumulatief effect zal optreden tussen het verstorings- en aanvaringseffect is moeilijk te voorspellen. Er kan op basis van beide aspecten wel gesteld worden dat meeuwen meer gevoelig zijn door aanvaring aangezien zij bovendien minder vermijding vertonen t.o.v. windturbineparken.

Vogels die 100% vermijding vertonen, zoals Jan van Gent, Alk en Zeekoet, t.o.v. windturbineparken hebben op die manier minder kans om in aanvaring te komen met de windturbines.

Er dient verder onderzoek gedaan worden naar dit cumulatieve effect.

### **5.3.5.3 Zeezoogdieren**

Op het BDNZ kunnen vier zeezoogdieren als algemene en vrij voorkomende soorten beschouwd worden: Bruinvis, Witsnuitdolfijn, Gewone Zeehond en Grijze Zeehond. Bruinvis is de meest algemene soort in de Belgische mariene wateren. Bruinvissen komen het hele jaar voor, maar worden vooral in de late winter en het vroege voorjaar (1 januari tot 30 april) in meerdere mate waargenomen. Ten opzichte van de totale populatiegrootte van Bruinvissen, Witsnuitdolfijnen en zeehonden in de zuidelijke Noordzee stelt Stienen *et al.* (2003) dat de populatie van deze soorten op het BDNZ op internationaal vlak van onderschikt belang is.

De cumulatieve effecten op zeezoogdieren worden afzonderlijk besproken voor de constructie- en de exploitatiefase. De effecten die tijdens de ontmantelingsfase zullen optreden, zullen gelijkaardig zijn als tijdens de constructiefase. In een overzichtstabel worden de niet verwaarloosbare effecten ten gevolge van één windturbinepark per discipline weergegeven, samen met de manier waarop de cumulatieve effecten zich voordoen. Deze worden vervolgens besproken.



## CONSTRUCTIEFASE

<i>Effect</i>	<i>Verwaarloosbaar</i>	<i>Cumulatief</i>
Wijziging in voedselbeschikbaarheid	Ja	
(Rust)verstoring	Neen	S

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten, <S cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten).

### Wijziging in voedselbeschikbaarheid

Tijdens de bouwphase wordt verwacht dat de vispopulaties van kabeljauw- en haringachtigen tijdelijk zullen afnemen. Deze vissoorten vormen de belangrijkste voedselbronnen voor Bruinvis.

Indien de drie windturbineparken tegelijkertijd zouden gebouwd worden, zal een groot deel van het concessiegebied voor windturbines verstoord zijn en bestaat een reële kans dat haring- en kabeljauwachtigen de volledige zone tijdelijk verlaten. De gevolgen daarvan zijn moeilijk te voorspellen want de voedselbronnen en het foerageergedrag zijn voor de Bruinvis in de zuidelijke Noordzee in het bijzonder niet goed gekend. Het cumulatief effect wordt zowel bij het oorspronkelijk als bij het uitgebreide concessiegebied als gering beoordeeld omwille van de volgende feiten:

- De wijziging in voedselbeschikbaarheid is tijdens de bouwperiode tijdelijk van aard en de voedselbronnen zullen zich kunnen herstellen na de constructiefase;
- Bruinvissen komen voornamelijk in de periode 1 januari tot 30 april in grotere aantallen voor en met de huidige planning zal de bouw van de windturbineparken hoofdzakelijk tijdens de zomermaanden plaatsvinden;
- De totale populatiegrootte van Bruinvis, Witsnuitdolfijn en zeehonden op het BDNZ is op internationaal vlak van ondergeschikt belang.

### (Rust)verstoring

Tijdens de constructiefase zullen de verschillende bouwactiviteiten een verhoging van het onderwatergeluid en trillingen met zich meebrengen. Vooral het inheien van de palen kan tot een significant negatief effect leiden op zeezoogdieren. Het voorzien van gravitaire funderingen zal niet leiden tot een significant negatief effect. Bij deze techniek dient er namelijk niet geheid te worden.

Bij de bouw van het windturbinepark van C-Power zal een gravitaire fundering gebruikt worden. Voor de andere twee windturbineparken staat het nog niet vast welk type fundering er zal gehanteerd worden. Indien het windturbinepark op de Bligh Bank en op de Bank Zonder Naam tegelijk wordt gebouwd en er heiwerkzaamheden voorzien worden, zal er bijgevolg door het heien een cumulatief effect optreden. Zeezoogdieren zullen waarschijnlijk de zone voor een langere periode verlaten. Dat effect zal gelijk zijn aan de som van de effecten per windturbinepark. Indien echter rekening gehouden wordt met de voorgestelde mitigerende maatregelen (o.a. heiwerkzaamheden uitvoeren in een zo kort mogelijke periode) en het feit dat de bouwphase slechts tijdelijk van aard is, wordt het effect voor zowel het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied als matig negatief beoordeeld.

## EXPLOITATIEFASE

<i>Effect</i>	<i>Verwaarloosbaar</i>	<i>Cumulatief</i>
Rustverstoring	Neen	S
Fysische aanwezigheid van het windturbinepark	Neen	S??
Wijziging in voedselbeschikbaarheid	Neen	S??

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten, <S: cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten).

### Rustverstoring

Tijdens de exploitatiefase produceren de windturbines geluid in de lucht en via de windturbine en de fundering ook in het water. Het geluid gemeten onder water levert een verwaarloosbare bijdrage aan het onderwatergeluid. Experimenten (Koschinski *et al.*, 2003) en recente monitoringstudies van het windturbinepark van Horns Rev (Tougaard *et al.*, 2006a; Tougaard *et al.*, 2006b; Vattenfall A/S, 2006) tonen aan dat de geluidsproductie van de windturbines tijdens de exploitatiefase geen impact heeft op het gedrag van de Bruinvissen.

Er treedt evenwel een cumulatief effect op bij zowel het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied, als som van het geproduceerde onderwatergeluid van alle windturbines samen, maar er kan verwacht worden dat dit geen significant effect zal hebben op de aanwezige zeezoogdieren. Toch is monitoring aangewezen om het cumulatief effect van de drie windturbineparken te evalueren en op te volgen.

### Fysische aanwezigheid van het windturbinepark en verstoring door onderhoudswerken

De aanwezigheid van windturbines en/of onderhoudswerkzaamheden kunnen een impact hebben op de vermindering in gebruik van een gebied of kunnen leiden tot een volledig verlaten van een gebied.

Observaties in het offshore windturbinepark bij Vindeby en Tunø Knob (Denemarken) tonen aan dat Bruinvissen niet verstoord worden door de fysische aanwezigheid van windturbines die niet in werking zijn. Recente monitoringstudies op Horns Rev (Tougaard *et al.*, 2006c; Teilmann *et al.*, 2006c; Teilmann *et al.*, 2005; Edrén *et al.*, 2005) stelden geen effect vast op de Bruinvissen die binnen het park voorkomen. Met enige voorzichtigheid zou er kunnen verwacht worden dat er enige gewenning optreedt. Bij gebrek aan gegevens kan deze veronderstelling echter niet hard gemaakt worden. Studies die ter hoogte van het windturbinepark van Nysted zijn uitgevoerd geven echter aan dat er wel een verstoring van de Bruinvissen optreedt. Ook Carstensen *et al.* (2005) geven aan dat Bruinvissen windturbineparken lijken te mijden.

Op basis van deze onderzoeksresultaten kan er bijgevolg geen eenduidig effect vastgesteld worden.

Het cumulatief effect bij zowel het oorspronkelijke als bij het uitgebreide concessiegebied bestaat uit de som van de effecten per park afzonderlijk en kan naar alle waarschijnlijkheid als gering negatief worden beoordeeld.

Volgende kanttekening dient wel gemaakt te worden. Indien de drie gebundelde windturbineparken die relatief dicht op elkaar staan door de zeezoogdieren als een aaneengesloten geheel ervaren zullen worden en ook het gebied tussen de locaties zodanig onaantrekkelijk wordt, bestaat een kans dat ze er niet meer willen foerageren. Zelfs indien er een volledige vermijding optreedt t.o.v. de windturbineparken, zal het aantal gestoorde Bruinvissen zowieso gering zijn t.o.v. de totale Noordzee-populatiegrootte die ca. 250.000 dieren betreft (Hammond *et al.*, 2002). Voor Bruinvis is er dus wel een effect te verwachten, maar slechts voor een zeer gering aantal dieren in vergelijking met de volledige Noordzee-populatiegrootte.

### Wijziging in voedselbeschikbaarheid

Momenteel is er nog te weinig onderzoek uitgevoerd naar de wijziging van de voedselbeschikbaarheid voor zeezoogdieren als gevolg van de aanwezigheid van windturbineparken. Er bestaat een mogelijkheid dat rond gravitaire fundering in vergelijking met een monopile en multipode/jacket meer vissen zullen

voorkomen, door een grotere aanwezigheid van nieuw, artificieel, hard substraat. Bewijzen van deze veronderstelling zijn er echter nog niet. Monitoring is bijgevolg aangewezen.

### 5.3.6 Zeezicht en cultureel erfgoed

De cumulatieve effecten onder het hoofdstuk "Zeezicht en cultureel erfgoed" worden besproken voor de constructie- en exploitatiefase. De effecten die tijdens de ontmantelingsfase zullen optreden zijn van dezelfde aard als tijdens de constructiefase.

#### 5.3.6.1 Constructiefase

<i>Effect</i>	<i>Verwaarloosbaar</i>	<i>Cumulatief</i>
Effect op zeezicht	Ja	
Effect op cultureel erfgoed (op land)	Ja	
Effect op cultureel erfgoed (op zee) (als gevolg van bekabeling)	Neen	S

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten, <S: cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten).

Tijdens de bouw van de drie windturbineparken zullen de cumulatieve effecten op zeezicht en op het cultureel erfgoed niet significant zijn. Ter hoogte van de windturbineparken zijn er geen wrakken gesitueerd, waardoor er binnen de concessiezones geen negatieve effecten verwacht worden op het cultureel erfgoed. De beïnvloeding van het zeezicht door het af- en aanvaren van schepen enerzijds en het uitvoeren van de bouwwerkzaamheden op zee anderzijds, wordt omwille van de grote afstand als niet-significant beschouwd. Deze effectbeoordeling geldt eveneens indien er een overlapping van de bouwperiodes van de drie windturbineparken zou optreden.

De constructieactiviteiten kunnen een effect op de beleving van toeristen, bewoners en vissers hebben. Vooral de premontage van de windturbines en andere onderdelen van het windturbinepark die op een bouwlocatie in een nabij gelegen haven (Oostende of Zeebrugge) worden ingericht, kunnen aanleiding geven tot een verhoogde toeristische activiteit. Deze beleving kan zowel als gering negatief (rustverstoring bewoners) als gering positief (toeristische attractie) ingeschat worden. De im

Ter hoogte van de tracés die in aanmerking komen voor het voorzien van de zeekabels van de verschillende windturbineparken tot aan land, zijn enkele wrakken gesitueerd. Het cumulatieve effect door het voorzien van de bekabeling van de drie windturbineparken bestaat uit de som van de effecten voor elk van de windturbineparken. Er treedt geen bijkomende versterking van het effect op.

Indien de kabels van de verschillende parken tegelijkertijd en zo dicht mogelijk bij elkaar worden aangelegd, kan er een vermindering van het effect optreden. Daarom wordt als milderende maatregel voorgesteld om indien technisch mogelijk de aanleg van de zeekabels voor de verschillende parken maximaal te combineren (inzake planning en/of inzake aanleg van gemeenschappelijke kabels). Dit is het geval voor het kabeltraject met aanlanding te Zeebrugge voor het Belwind en het Eldepasco project.

#### 5.3.6.2 Exploitatiefase

<i>Effect</i>	<i>Verwaarloosbaar</i>	<i>Cumulatief</i>
Effect op zeezicht	Ja	
Effect op cultureel erfgoed (op land en op zee)	Ja	

De aanwezigheid van de drie windturbineparken samen op zee zal geen effect hebben op de culturele erfgoedwaarden op land en op zee (wrakken).

Wat het aspect zeezicht betreft, zal de afstand in combinatie met de natuurlijke kromming van de aardbol resulteren in een gedeeltelijk 'verdwijnen' van de windturbines achter de horizon. Daarnaast is de zichtbaarheid nooit 100% en wordt deze mede bepaald door meteorologische omstandigheden zoals temperatuur, luchtvochtigheid, turbulentie, ... De visuele waarneembaarheid van de windturbineparken met het blote oog en vanaf de kustlijn zal bijgevolg zo goed als onbestaand zal zijn. Enkel tijdens heel helder weer zal vanaf de kust een deel van de masten in mindere mate waarneembaar zijn.

Voor een visualisatie van het cumulatieve effect van de verschillende windturbineparken, zijn door Belwind een viertal simulaties uitgevoerd van hoe het zeezicht zal wijzigen bij aanwezigheid van de drie windturbineparken (C-Power, Eldepasco, Belwind) (Figuur 5.3.2, Figuur 5.3.3, Figuur 5.3.4 en Figuur 5.3.5). De simulaties zijn uitgevoerd vanaf de kust t.h.v. Knokke enerzijds en vanaf de vaarroute anderzijds. Er zijn visualisaties uitgevoerd met 20 km zicht en 40 km zicht. Daarnaast is een visualisatie uitgevoerd met een zoom of tele, waarbij een beeldhoek van 5° wordt bekomen.

**Figuur 5.3.2: Ingezoomd zicht vanaf Knokke met een beeldhoek van 5°**

**Figuur 5.3.3: Zicht vanaf de vaargeul richting windturbineparken met een zichtbaarheid van 20 km (beeldhoek 35°)**

**Figuur 5.3.4: Zicht vanaf Knokke richting windturbineparken met een zichtbaarheid van 40 km (beeldhoek 35°)**

**Figuur 5.3.5: Zicht vanaf de vaargeul richting windturbineparken met een zichtbaarheid van 40 km (beeldhoek 35°)**

Op basis van deze visualisaties kan er met betrekking tot cumulatieve effecten het volgende besloten worden:

- Vanuit Knokke en de andere badsteden zullen de windturbineparken zelfs met een zichtbaarheid van 40 km nauwelijks zichtbaar zijn. Zelfs bij helder weer zullen de individuele windturbines moeilijk van elkaar te onderscheiden zijn. De windturbineparken zullen in geen geval beeldaspectbepalend zijn.
- Vanaf de vaargeul zullen de windturbineparken met een zichtbaarheid van 40 km en 20 km wel zichtbaar zijn. Vooral de dichtst bij gelegen windturbines van het windturbinepark van C-Power zullen zichtbaar zijn. Ook hier kan er gesteld worden dat de windturbineparken niet beeldaspectbepalend zullen zijn.
- Bij een ingezoomd beeld vanuit Knokke, waarbij een beeldhoek van 5° wordt bekomen, zullen de windturbines van C-Power duidelijk zichtbaar zijn. De verschillende individuele turbines zullen van elkaar te onderscheiden zijn. De windturbines van Belwind en van Eldepasco zullen, afhankelijk van de plaats waar de waarnemer zich bevindt minder zichtbaar zijn, omdat ze zich op een grotere afstand bevinden en omdat ze 'achter' de windturbines van C-Power geplaatst zijn.
- Algemeen gezien kan er besloten worden dat alle drie de windturbineparken op een te grote afstand van de kust gelegen zijn om een significant negatief effect te vertonen m.b.t. het zeezicht. Ook vanaf de vaargeul wordt het effect niet als significant beoordeeld.

### 5.3.7 Mens

De cumulatieve effecten onder het hoofdstuk "Mens" worden besproken per gebruiksfunctie. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen de constructie-, exploitatie- en ontmantelingsfase daar dit minder relevant is.

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Visserij (verlies visserijgebieden)	Neen	S
Militaire activiteiten	Ja	
Kabels en pijpleidingen	Neen	S

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Scheepvaart	Ja	
Zand en grindontginning	Ja	
Maricultuur	Neen	<S
Natuurgebieden	Ja	

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten, <S cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten).

## VISSERIJ

In het hoofdstuk "Mens" werd aangegeven dat het potentieel verlies van toegang tot de traditionele visgronden in het algemeen ervaren wordt als het belangrijkste negatieve effect van de ontwikkeling van windturbine projecten op zee. Naarmate meer windturbineparken gerealiseerd worden, neemt het verlies aan visgronden evenredig toe. Indien we uitgaan van de ruwe schatting dat 85 % van het BDNZ kan bevestigd worden (Ecolas, 2003), zou dit neerkomen op een bijkomend verlies van 2,50% (oorspronkelijke Eldepasco) tot 2,75 % (uitgebreide Eldepasco) tengevolge van de 3 windturbineparken indien de veiligheidszones rond de concessiegebieden in rekening worden gebracht. Ten opzichte van het bevestigde gebied van de Noordzee (ca. 171.500 km<sup>2</sup> (Grontmij, 2006b)) gaat ongeveer 0,1% verloren. Daarnaast kan de afsluiting van een groot aaneengesloten gebied (windconcessie zone) ertoe leiden dat de vaartijd van vissersschepen toeneemt.

Een duidelijk verspreidingspatroon van de visgebieden en de paaigebieden van de vissen is niet beschikbaar voor de Belgische mariene gebieden. Gebaseerd op beschikbare studies zijn zowel de Thorntonbank, de Bligh Bank als de Bank Zonder Naam van minder belang voor de Belgische visserij. Op basis van deze gegevens wordt het cumulatieve effect op de visserij als beperkt ingeschat en daarom neutraal beoordeeld.

Naast het ruimtelijke verlies spelen de cumulatieve korte en langetermijneffecten tijdens de constructie en exploitatie fase op de vissen een rol voor de visserijsector. Mogelijke cumulatieve negatieve effecten worden veroorzaakt door het heien van de palen en het ontstaan van elektromagnetische stralingen (kabels). Voorlopig wordt dit effect echter beperkt tot matig ingeschat. Daarnaast kan een afsluiting van het gebied voor (boomkor)visserij en scheepvaart een positief effect hebben op de vispopulaties. Ook de introductie van harde substraten kan resulteren in een toename van vis. Voor een inschatting van deze effecten wordt verder verwezen naar de paragraaf "Fauna en flora".

Tenslotte wordt er op gewezen dat er geen cumulatieve effecten te verwachten zijn van de aanleg van de kabeltracés naar de kust op de visserij. Zij liggen voldoende diep om beschadiging van de kabels door vissersschepen te voorkomen.

## MILITAIRE ACTIVITEITEN

Zowel de domeinconcessie van C-Power, Eldepasco als Belwind vertoont een overlap met de militaire zone voor schietoefeningen op drijvende doelen. Deze schietoefeningen vinden slechts zeer sporadisch plaats en zullen worden afgeschaft eenmaal er turbines staan. Op termijn wordt de militaire oefenzone verplaatst zodat er geen overlapping meer zal zijn (m.m. Cathy Plasman – Adviseur Kabinet Landuyt). Er worden dan ook geen effecten verwacht.

## KABELS EN PIJPLEIDINGEN

In het BDNZ liggen diverse kabels en pijpleidingen. Kruisingen met bestaande kabels en pijpleidingen zijn dus onvermijdelijk bij het trekken van kabels vanaf de windturbineparken naar de kust. Reeds eerder

werd aangegeven dat de kruisingen zullen gebeuren in overeenstemming met de exploitant. Ook wordt bij het leggen van de kabeltracés rekening gehouden met de te hanteren veiligheidszone rondom bestaande kabels en pijpleidingen.

Het aantal nieuw te leggen kabels en daarmee het aantal kruisingen hangt direct samen met het te transporteren vermogen. Technisch gezien moeten dus verschillende kabels getrokken worden vanuit de diverse windturbineparken en is één grote kabel niet mogelijk. Wel kan er gestreefd worden om zoveel mogelijk aansluiting te zoeken met bestaande trajecten. Bundeling van kabels zal dus niet leiden tot een vermindering van het aantal kruisingen, maar zal wel het ruimtebeslag zoveel mogelijk beperken. Het ruimtebeslag (som van de verschillende kabels) is zeer klein. Er kan bovendien aangenomen worden dat indien gekozen wordt voor een synergie tussen de verschillende parken, zoals het geval is voor Eldepasco en Belwind, naar kabeltracé (aanlanding Zeebrugge), het cumulatieve effect (technisch, milieu-impact,...) tengevolge van de tracés van de verschillende windturbineparken en de reeds aanwezige kabels en pijpleidingen geminimaliseerd wordt.

Gezien alle kabels aangelegd zullen worden conform de richtlijnen en in samenspraak met de exploitant, wordt er van uitgegaan dat deze geen andere effecten zullen hebben op bestaande kabels en pijpleidingen.

## **SCHEEPVAART**

Scheepvaart bestaat uit beroepsvaart en recreatievaart. Het cumulatieve effect van de windturbineparken op de scheepvaartveiligheid in de scheepvaartroutes wordt behandeld in onder de paragraaf "Veiligheid".

De windturbineparken liggen op relatief verre afstand van de kust (min. 27 km). Het effect van de sluiting van de concessiegebieden voor recreatie zal hierdoor zeer beperkt zijn.

## **ZAND EN GRINDONTGINNING**

De aangeduide concessiegebieden voor aggregaatextractie (KB 01/09/2004) vertonen geen overlap met de aangeduide zone voor de ontwikkeling van windenergie (KB 17/05/2004). Daarenboven kruisen de kabeltracés van de verschillende windenergieparken de zandwinningsgebieden niet. Er worden dan ook geen cumulatieve effecten verwacht ten gevolge van de bouw van de offshore windenergie initiatieven met de zand- en grindontginning.

Een kleine opmerking dient echter gemaakt te worden vanuit commercieel oogpunt. De mogelijkheid wordt nagegaan om de zandoverschotten die ontstaan bij de aanleg van gravitaire funderingen te verkopen. Uit milieu-oogpunt wordt deze mogelijkheid gestimuleerd. De economische gevolgen van deze mogelijke zandverkoop voor de aggregaatsector valt echter buiten het opzet van deze MER.

## **MARICULTUUR**

Er worden geen negatieve cumulatieve effecten verwacht. Integendeel, de afwezigheid van scheepvaart en boomkorvisserij in de verschillende concessiegebieden kunnen een positieve bijdrage leveren tot de mosselcultuur zoals reeds besproken onder het hoofdstuk "Mens".

## **NATUURGEBIEDEN**

Cumulatieve effecten van de 3 windturbineparken op de beschermde natuurgebieden kunnen enkel ontstaan ten gevolge van de aan te leggen kabeltracés. De concessiegebieden zelf liggen immers te ver van deze natuurgebieden.

Reeds eerder werd aangehaald dat gestreefd moet worden naar bundeling van kabels daar deze het ruimtebeslag zoveel mogelijk beperken. Indien de kabellegging gebeurt volgens de bestaande richtlijnen dan wordt het cumulatieve effect als aanvaardbaar beschouwd.

### **5.3.8 Veiligheidsaspecten**

Er wordt verwacht dat de belangrijkste cumulatieve effecten voor de discipline Veiligheidsaspecten zullen optreden voor de deelaspecten "Scheepvaart" en "Radar en scheepscommunicatie". Zodoende zullen deze hieronder uitvoeriger beschreven worden.

#### **5.3.8.1 Scheepvaart**

De cumulatieve effecten voor en door de scheepvaart zijn gebaseerd op twee deelstudies uitgevoerd in het kader van de twee nieuwe windturbine initiatieven: MARIN (mei 2007) en DNV (oktober 2008).

### **CONSTRUCTIEFASE**

Op basis van de informatie van MARIN (Koldenhof & van der Tak, 2007) uit de kwalitatieve effectbeschrijving tijdens de constructiefase wordt verondersteld dat door de aanwezigheid van de beide andere parken het totale risico voor de drie parken niet veel zal afwijken van de som van het risico van de individuele parken.

Volgens Marin (2007) betekent dit met een eenvoudige regel van drie dat de maximale verhoogde kans op een aanvaring tussen twee schepen 8,7% bedraagt voor de bouw van de drie windturbineparken, dit betekent een maximale extra kans van 0,057 ongevallen per jaar.

### **EXPLOITATIEFASE**

Vooraleer in te gaan op het veiligheidsrisico ten gevolge van de aanleg van de drie parken, zou algemeen gesteld kunnen worden dat de aanwezigheid van meerdere parken in één gebied mogelijke economische hinder kan opleveren, daar schepen hun vaarroute zullen moeten wijzigen om rond de volledige windturbineparkzone heen te varen. Het feit dat de Belgische mariene gebieden niet exclusief voorbestemd zijn voor scheepvaart en dat de minimale veiligheidsafstand tussen twee parken van 4 à 5 NM (BMM, 2007c) overall gerespecteerd wordt, doen mede besluiten dat deze mogelijke hinder niet opweegt ten opzichte van het prioritaire belang voor windenergieontwikkeling in België.

Het cumulatieve effect op veiligheid is in eerste instantie bepaald volgens de aanpak beschreven in DNV (2008). Het cumulatieve effect is bepaald voor de Bank Zonder Naam (in totaal 4 scenario's) gecombineerd met de effecten van de beide andere initiatieven in de Belgische EEZ, zijnde C-Power (Thorntonbank; 60 turbines) en Belwind (Bligh Bank; 110 turbines). Ter vergelijking werden waar relevant de resultaten van Marin (2007) weergegeven. Voor een beschrijving van de achterliggende methodologie en gegevensbestanden wordt verwezen naar hoofdstuk 4.9.2.1 (Scheepvaart – methodologie).

Het individuele risico voor een aanvaring/aandrijving van het windturbinepark op de Bank Zonder Naam, in aanwezigheid van de 2 andere windturbineparken wordt gegeven in Tabel 5.3.7, voor een situatie zonder sleepboot. Uit de studie blijkt dat het totale risico op een aanvaring/aandrijving zonder sleepboot varieert tussen 0,0006 per jaar (of eens per 1.641) en 0,0009 per jaar (of eens per 1.078 jaar). Het bovenvermelde risico is grotendeels te wijten aan het risico op aandrijvingen respectievelijk eens per 1.770 jaar (oorspronkelijke zone; 24 turbines) of eens per 1.149 jaar (uitgebreide zone; 72 turbines). Het risico op aanvaringen is veel lager: 5,9.10<sup>-5</sup> aanvaringen per jaar (of eens per 17.012 jaar) voor het worst case scenario (oorspronkelijke zone; 48 turbines) (DNV, 2008), zowel in de situatie met als zonder

een sleepboot (DNV, 2007). Hieruit blijkt dat het individueel risico voor het windturbinepark op de Bank Zonder Naam afneemt in aanwezigheid van de 2 andere windturbineparken door zijn ingesloten ligging (ter vergelijking: individueel risico Eldepasco - alleenstaand (worst case) eens om de 788 jaar (zie 4.9.2.3)).

**Tabel 5.3.7: Overzicht van het verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen in een situatie met en zonder sleepboot voor het windturbinepark op de Bank Zonder Naam, in aanwezigheid van de 2 andere windturbineparken**

<i>Bank Zonder Naam in aanwezigheid van andere windturbineparken</i>	<i>aanvaringen (rammen)</i>		<i>aandrijvingen (driften)</i>		<i>Totaal aanvaringen en aandrijvingen</i>	
	<i>Aantal per jaar</i>	<i>Eens om de ... jaar</i>	<i>Aantal per jaar</i>	<i>Eens om de ... jaar</i>	<i>Aantal per jaar</i>	<i>Eens om de ... jaar</i>
Oorspronkelijke zone, 24 * 6 MW	$4,4 \cdot 10^{-5}$	22.578	$5,7 \cdot 10^{-4}$	1.770	$6,09 \cdot 10^{-4}$	1.641
Oorspronkelijke zone, 48 * 3 MW	$5,9 \cdot 10^{-5}$	17.012	$7,2 \cdot 10^{-4}$	1.399	$7,73 \cdot 10^{-4}$	1.293
Uitgebreide zone, 36 * 6 MW	$4,8 \cdot 10^{-5}$	20.648	$7,0 \cdot 10^{-4}$	1.428	$7,49 \cdot 10^{-4}$	1.335
Uitgebreide zone, 72 * 3 MW	$5,7 \cdot 10^{-5}$	17.436	$8,7 \cdot 10^{-4}$	1.149	$9,28 \cdot 10^{-4}$	1.078

De studie van DNV (2008) heeft op basis van dezelfde methodologie van de Bank Zonder Naam ook het individuele risico voor het windturbinepark Thorntonbank resp. Bligh Bank in de aanwezigheid van de 2 andere windturbineparken berekend. De terugkeerperiode bedraagt 23 jaar (Thorntonbank; 60 turbines) resp. 800 jaar (Bligh Bank; 110 turbines). Een schip-windturbine aanvaring wordt dus minder snel verwacht bij de Bank Zonder Naam (1293 jaar), waardoor de locatie van het windturbinepark op de Bank Zonder Naam dus beter is vanuit het standpunt van de navigatie.

De terugkeerperiode van 800 jaar voor de Bligh Bank is wellicht een onderschatting daar in de DNV studie de Noordhinder data niet in rekening werden gebracht en deze van fundamenteel belang zijn gezien de nabije ligging van de Bligh Bank ten opzichte van het Noordhinder Verkeersscheidingsstelsel. De inschatting van het risico door Marin (2007) voor het Belwind windturbinepark (individueel) is eens om de 24 jaar, vergelijkbaar met het risico voor het C-Power park dat nabij het Westhinder Verkeersscheidingsstelsel gelegen is (DNV, 2008). Deze terugkeerperiodes zouden evenwel nog gnuanceerd kunnen worden, indien rekening gehouden wordt met het feit dat wellicht bepaalde verkeersroutes gewijzigd of vrijgemaakt zullen worden. In dit geval, schat DNV dat de terugkeerperiode eerder meer dan 100 jaar zal zijn.

Het totale cumulatieve risico voor een aanvaring/aandrijving van de 3 windturbineparken samen wordt gegeven in Tabel 5.3.8. Het cumulatieve risico wordt geschat op eens om de 23 jaar (gelijkaardig voor situatie met of zonder sleepboot), Ter vergelijking, in Marin (2007) werd het cumulatieve risico op eens om de 9 jaar geschat. Opnieuw kan gewezen worden op het verschil in inputdata en model. Zoals reeds werd aangegeven in paragraaf 4.9.2.5 zou een gestroomlijnd beleid vanuit de bevoegde instanties rond het uitvoeren van de risico-analyse waarbij gebruik zou kunnen worden gemaakt van 1 model dat telkens wordt aangepast aan de meest recente scheepstraffiek en windenergie situatie, de inschatting van de risico's eenduidiger en meer kostenefficiënt maken.



**Tabel 5.3.8: Overzicht van het verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen in een situatie met en zonder sleepboot voor het totaal van de 3 windturbineparken**

<i>Totaal windturbineparken</i> <i>Situatie</i>	<i>aanvaringen (rammen)</i>		<i>aandrijvingen (driften)</i>		<i>Totaal aanvaringen en aandrijvingen</i>	
	<i>Aantal per jaar</i>	<i>Eens om de ... jaar</i>	<i>Aantal per jaar</i>	<i>Eens om de ... jaar</i>	<i>Aantal per jaar</i>	<i>Eens om de ... jaar</i>
zonder sleepboot	$4,2 \cdot 10^{-2}$	24	$4,2 \cdot 10^{-3}$	238	$4,5 \cdot 10^{-2}$	22

Rekening houdend met de voorgaande redenering, zal de kans op een aanvaring/aandrijving ten gevolge van de drie parken lager zijn dan eens om de 23 jaar (of om de 9 jaar) indien er een wijziging zou gebeuren in de vaarroutes en wordt het eerder rond eens om de 100 jaar geschat. In vergelijking met het aantal aanvaringen op de Noordzee (eens om de 2,5 jaar volgens DNV (2007)) wordt dit cumulatieve risico als aanvaardbaar beschouwd.

Bovendien besluit het Safety at Sea eindrapport dat het leiden van het scheepvaartverkeer rond een windturbinepark het risico in de aanpalende scheepvaartverkeersstroom niet verhoogt (Starling, 2007).

#### Gevolgschade voor het milieu

De totale jaarlijkse lozing voor alle drie windturbineparken samen wordt op 1 tot 2 ton/jaar geschat. Dit is ongeveer 7 keer hoger dan de lozing ten gevolge van het Eldepasco project alleen. De hogere waarde is terug grotendeels toe te schrijven aan het hogere aanvaringsrisico op de Thorntonbank. Analooch als voor het aanvaringsrisico kan hier gesteld worden dat de olielozing hoogstwaarschijnlijk ook overschat zal zijn (DNV, 2008).

Indien we echter uitgaan van de statistische kans van 1 op 5 aanvaringen die leiden tot een uitstroom, dan zal er maximaal ongeveer 17.500 olie vrijkomen in geval van een aanvaring met een olietanker.

### **ONTMANTELINGSFASE**

Op basis van Marin (2007), zal het werkverkeer bij de ontmanteling van het windturbinepark een risicoverhoging geven voor een periode van twee jaar tijdens de ontmanteling. Tijdens de ontmanteling is maximale verhoogde kans op een aanvaring tussen twee schepen bedraagt 4,8% voor de ontmanteling van de drie windturbineparken. Dit risico is evenwel lager dan het aanvaringsrisico in de constructiefase.

#### **5.3.8.2 Radar en scheepscommunicatie**

De cumulatieve effecten op radar en scheepscommunicatie zijn bepaald in een deelstudie door Prof. Catrysse (april 2007). Het volledige rapport bevindt zich in Bijlage. De belangrijkste conclusies worden hier herhaald.

### **REFERENTIESITUATIE**

#### Kenmerken windturbines

Op het ogenblik van de studie van Catrysse (2007) zijn de juiste types van de windturbines nog niet bekend. Voor deze studie werd ervan uitgegaan dat deze ongeveer de kenmerken zullen hebben zoals in Tabel 5.3.9.

**Tabel 5.3.9: Beschrijving van de kenmerken van de windturbineparken zoals gebruikt voor de bespreking van de cumulatieve effecten op radars en scheepscommunicatie**

	3 MW	5 MW	7 MW
Masthoogte (m)	70	90	120
mastdiameter voet (m)	5	6	8
mastdiameter top (m)	5	4	6
Rotordiameter (m)	90	115	140
gondel	15 x 6 x 5 m (maximale afmetingen)		
wieken	kunststofmateriaal, met interne bliksemafleider		

Zoals reeds vermeld, blijkt uit voorgaande studies voor SRK dat voor dergelijke grote windturbines de mast de dominante factor vormt bij marifone systemen. Gegeven de -3 dB openingshoek van de radarbundel en de afstand tussen de radarstations en het windturbinepark, zal de keuze van windturbine geen wezenlijk verschil uitmaken naar de mogelijke effecten in verband met zowel reflectie als mogelijke schaduwzones. De turbinemasten worden namelijk tijdens de rotatie van de radarbundel, voldoende lange tijd volledig door de bundel bestraald (Catrysse, 2007).

#### Kenmerken radars en marifone installaties en systemen

Voor een gedetailleerde beschrijving van de gegevens qua inplanting, frequenties en vermogens van de radarstations en marifone installaties en systemen wordt verwezen naar de verschillende tabellen in de studie van Catrysse (2007).

Er wordt opgemerkt dat het normale bereik van de SRK radar voor relatief grote schepen zowat 30 à 35 km bedraagt (en maximaal tot 43,2 km kan oplopen bij een volledige reflectie). Dit betekent dat voor deze studie hoofdzakelijk dient rekening gehouden te worden met de radarposten van Zeebrugge, Oostende en Westkapelle. Alhoewel de Thorntonbank, de Bank Zonder Naam en de Bligh Bank niet binnen het eigenlijke werkingsgebied van SRK vallen (zie discipline "Veiligheidsaspecten"), wordt het scheepvaartverkeer dat Westrond-noord vaart, toch nog volledig door de radarpost van Zeebrugge opgevolgd, en gedeeltelijk door Oostende en Westkapelle.

### **EFFECTEN TIJDENS DE EXPLOITATIEFASE**

#### Schelderadarketen (SRK)

Voor een goede opvolging van het scheepvaartverkeer tussen de Bank Zonder Naam en de Thorntonbank, dient rekening gehouden te worden met de mogelijke schaduweffecten, zoals in de detailstudie omtrent het project op de Thorntonbank wordt aangegeven.

De inplanting van de verschillende windturbineparken, zal de radaropvolging door SRK, zoals die momenteel gebeurt, niet direct in het gedrang brengen. Enerzijds ligt de inplanting buiten de reikwijdte van de meeste radarposten. Anderzijds wijzigt de situatie zich niet voor alle scheepvaartverkeer dat zich voor de Thorntonbank bevindt.

Voor de opvolging van het scheepvaartverkeer tussen de Bank Zonder Naam en de Thorntonbank, dient rekening gehouden te worden met de mogelijke schaduweffecten, zoals in de detailstudie omtrent het project op de Thorntonbank (Van Lil, 2002) wordt aangegeven. Voor het gebied achter de Bank Zonder Naam en achter de Bligh Bank, zullen zich schaduwzones aftekenen, zowel voor de radarobservatie als voor andere marifone systemen. Doch dit gebied situeert zich sowieso op de limiet van bereikbaarheid.

Het ontstaan van schaduwzones zal dode zones opleveren, gezien de betreffende windturbineparken reeds op de grens van het radarbereik liggen. Elke vermindering aan radarsignaal zal daar een effectieve dode zone opleveren. In Figuur 5.3.6 wordt elk park beschouwd als één aaneengesloten geheel, zodat op een eenvoudige manier de zones bekomen worden waarin de schaduweffecten zullen optreden. Hierbij dient opgemerkt te worden dat binnen het aangegeven gebied, de zones van schaduw en dode zone slechts als lijnen zullen voorkomen, gezien de structuur van het windturbinepark. Hiervoor wordt verwezen naar de verschillende studies omtrent de effecten van elk windturbinepark afzonderlijk.

### **Figuur 5.3.6: Schematische weergave van de mogelijke gebieden met dode zones**

Toch dient rekening gehouden te worden met het optredende effect, en zal – niettegenstaande de waarneming vanuit de drie betreffende SRK radarstations telkens een andere richting van deze schaduwlijnen meebrengt – de bewaking van de scheepvaartzone tussen de Bank Zonder Naam en de Thorntonbank “problematisch” worden. Dit komt door de verzwakking van het radarsignaal achter de Thorntonbank, ten gevolge van het windturbinepark op de Thorntonbank.

De opvolging van het scheepvaartverkeer in de nabijheid van de verschillende windparken kan worden verbeterd met een extra radarstation (zie ook mitigerende maatregelen, hoofdstuk 5.5).

Ook dient gesteld te worden dat het type windturbine (3 MW, 5MW of 7MW) geen invloed zal hebben op deze situaties.

#### Andere systemen

De inplanting van de windturbineparken zal voor het marifone radioverkeer (VHF) weinig verandering brengen in de actuele situatie.

Wil men echter met grote werkzekerheid en kwaliteit van communicatie, radiocontact onderhouden met de verschillende windturbineparken, en het eventuele scheepvaartverkeer voor onderhoudswerkzaamheden, dan is het aangewezen om een ondersteunend relaisstation voor de marifone communicatie beschikbaar te hebben. Een aangewezen positie hiertoe is meteen de positie van een extra radarstation. In principe verloopt echter de communicatie met het windturbinepark via glasvezels in de hoogspanningskabels.

De inplanting van de off-shore windturbineparken zal geen invloed hebben op de datacommunicatie via het AIS systeem.

#### Besluiten

Algemeen kan dus gesteld worden dat de realisatie en inplanting van de off-shore windturbineparken geen noemenswaardige invloed zal hebben op de bewaking van en communicatie met het scheepvaartverkeer, zoals het zich momenteel voordoet en gelegen binnen het officieel werkingsgebied van SRK.

## **5.4 LEEMTEN IN DE KENNIS**

Door het toenemende aantal offshore windenergie projecten groeit het bewustzijn dat er meer aandacht moet besteed worden aan het mogelijke milieueffect tengevolge van de combinatie van meerdere initiatieven en neemt het aantal wetenschappelijke studies toe. De meeste onderzoeken lopen echter nog en de resultaten van deze studies zijn dus nog niet publiek beschikbaar. Algemeen kan dus gesteld worden dat er nog veel onzekerheid bestaat over het cumulatieve effect van verschillende windturbineparken.

Een eerste indicatie van leemten in de kennis is reeds gegeven in de afzonderlijke hoofdstukken binnen dit MER. Enkele belangrijke punten worden hier nogmaals kort herhaald die van belang kunnen zijn in de cumulatieve context.

Er is een leemte in de kennis rond de impact van het deponeren van hoeveelheden zand met een grootte-orde zoals bij de aanleg van de 3 windturbineparken – in het geval van gravitaire funderingen – op de banken.

Grote onzekerheid bestaat rond het cumulatieve effect van geluid en trillingen op het onderwaterleven, alsook het cumulatieve effect van elektromagnetische velden door de nabijheid van meerdere kabels op zee. Meer onderzoek is wenselijk naar het cumulatieve effect van de introductie van hard substraat in overwegend zandige biotopen als de Noordzee. In het algemeen geldt dat er leemten in kennis zijn over aanvaringsrisico's, barrièrewerking en verstoring van vogels in offshore windturbineparken (zowel overdag als 's nachts). Met name soortspecifieke kennis ontbreekt.

Omdat niet bekend is in welke gebieden op bepaalde vissoorten wordt gevestigd, kunnen mogelijke cumulatieve effecten voor visserij niet voldoende ingeschat worden.

Bij het bepalen van de cumulatieve effecten op de scheepvaartveiligheid van een aantal windturbineparken samen wordt uitgegaan van de actuele inrichtingsplannen voor de verschillende parken (status april 2007). Het is dus momenteel nog niet precies bekend wat de definitieve inrichting als effecten zal geven.

## **5.5 MITIGERENDE MAATREGELEN**

Naarmate meer parken worden gerealiseerd is er een grotere kans op het optreden van cumulatieve effecten. In eerste instantie worden de effecten van de parken in de scenario's als gering ingeschat en is er geen directe noodzaak voor mitigerende maatregelen voor de meeste disciplines.

Om het ruimtebeslag van de kabeltracés te beperken en zodoende zo veel mogelijk ruimte beschikbaar te houden voor overige gebruiksfuncties, worden de kabels waar mogelijk gebundeld aangelegd.

Gezien de onzekerheid en leemtes in de kennis moeten deze eerste resultaten met de nodige voorzichtigheid beoordeeld worden en is de beste mitigerende maatregel bijkomende monitoring naar mogelijke cumulatieve effecten.

## **FAUNA EN FLORA**

Niettegenstaande de totale populatiegrootte van zeezoogdierensoorten die op het BDNZ voorkomen op internationaal vlak van ondergeschikt belang is, heeft België in internationaal verband (Europese Habitatrichtlijn Bijlage II, IV en ASCOBANS) verplichtingen op zich genomen om ze te beschermen en om negatieve impacten (in het bijzonder van akoestische aard) zoveel mogelijk te vermijden. Daarom zijn bij heiwerkzaamheden preventieve maatregelen vereist: gebruik van akoestisch afschrikmiddel, geen heiwerkzaamheden tussen 1 januari en 30 april en bij waarneming van zeezoogdieren, toepassen van een 'ramp-up' procedure. Deze mitigerende maatregelen worden besproken onder de desbetreffende discipline. Dit geldt zowel in het geval er één park gebouwd wordt als indien de twee parken tegelijk gebouwd worden. Indien met deze milderende maatregel rekening wordt gehouden, zullen de effecten van de heiwerkzaamheden op zeezoogdieren sterk gemilderd worden.

## **VEILIGHEIDSASPECTEN**

De opvolging van het scheepvaartverkeer in de nabijheid van de verschillende windparken kan worden verbeterd met een extra radarstation (Catrysse, 2007).

In eerste instantie lijkt een optimale ligging op het westelijk uiteinde van de Bligh Bank, waardoor de waarneming rond de verschillende windturbineparken verzekerd wordt (Catrysse, 2007). Dit voorstel van alternatieve inplanting houdt duidelijk rekening met de aanwezigheid van de drie geplande windturbineparken, waar een eerder voorstel enkel rekening hield met een inplanting van een windturbinepark op de Thorntonbank (Van Lil, 2002).

Evenwel zijn er bijkomende restricties rond vrije zones waar onderzeese kabels, pijpleidingen, etc. gelegen zijn. In dit verband is een alternatieve inplanting dicht bij de windturbineparken eerder aangewezen. Twee mogelijkheden dienen zich aan, waarbij ook rekening gehouden wordt met de nodige energievoorziening voor dit extra radarstation. Immers, wanneer dit niet al te ver van een windturbinepark gelegen is, kan via de nodige installaties van dit windturbinepark, ook in de energievoorziening van het radarstation voorzien worden.

Beide voorgestelde alternatieven hebben voordelen en nadelen, in verband met optimale bewaking van de Westrond-route en de bewaking van de achtergelegen zijden van de windturbineparken op de Bank Zonder Naam en de Bligh Bank. In een enkel geval zou een gepaste uitlijning van de windturbines tot een optimaal resultaat kunnen leiden.

Als eindconclusie kan dus gesteld worden dat:

- de opvolging van het scheepvaartverkeer in de nabijheid van de verschillende windparken kan worden verbeterd met een extra radarstation;
- een aantal mogelijke locaties voldoende radardekking bieden;
- verder overleg nodig is met alle betrokken partijen, nl. SRK naar de prioritaire eisen die gesteld kunnen worden naar veiligheid en bewaking, en de projectontwikkelaars van de verschillende windturbineparken, naar inplanting, realisatie, voorzieningen van energie, en mogelijke uitlijning van sommige windturbines.

## **5.6 MONITORING**

Monitoring is dus noodzakelijk om de geïdentificeerde leemtes in de kennis weg te werken. Als basis voor de monitoring wordt verwezen naar de verschillende hoofdstukken. Indien mogelijk moeten de monitoringsprogramma's van de verschillende parken op elkaar afgestemd worden en synergieën gezocht worden, in overleg tussen de BMM en de drie initiatiefnemers. Dit moet ervoor zorgen dat zoveel mogelijk leemtes opgevuld raken en dat financiële inspanningen voor monitoring leiden tot een nuttig resultaat.



## 6 GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN IN HET KADER VAN HET ESPOO-VERDRAG

### 6.1 ALGEMEEN

Het Verdrag van ESPOO (1991) wijst op de verplichtingen van de verschillende lidstaten inzake grensoverschrijdende milieueffecten van bepaalde activiteiten waaronder de ontwikkeling van offshore windenergie. Het Verdrag werd opgenomen in het KB 07/09/2003 (art. 19).

Gezien de positie en de afstand van de inplanting ten opzichte van de buurlanden kunnen enkel effecten verwacht worden naar Nederland toe. In Lindeboom *et al.* (2005) wordt een beschrijving gegeven van de gebruiksfuncties op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) als ook de gebieden met een bijzondere ecologische waarde (Figuur 6.1.1).

#### **Figuur 6.1.1: Gebieden met bijzondere ecologische waarden op het NCP (Lindeboom *et al.*, 2005)**

Momenteel bevindt het dichtstbijgelegen natuurgebied zich op ongeveer 35 km van het voorgestelde windturbinepark (zowel geldig voor het oorspronkelijke als het uitgebreide concessiegebied); namelijk de "Deltakust" (Vogel- en habitatrichtlijngebied & aangewezen wetland). Verder zijn vijf gebieden aangeduid in de Nota Ruimte (Ministeries van VROM, LNV, VenW en EZ, 2004) met bijzonder ecologische waarden waar een beschermingsregime is vastgesteld. Hieronder bevindt zich het gebied van de Kustzee met plaatselijk een soortenrijke bodemfauna die van groot belang is voor zowel vogels, vissen als zeezoogdieren. Vervolgens worden ook vier nieuwe gebieden die mogelijks in aanmerking komen voor bescherming in de studie Lindeboom *et al.* (2005) aangehaald. Belangrijk in het kader voor dit MER is het gebied de Zeeuwse Banken die grenst aan de Deltakust en ligt tegen de Belgische grens. Het gebied voldoet aan de criteria die in de Habitatrichtlijn voor zandbanken genoemd worden en omvat o.a. de Vlake van de Raan die reeds als Speciale beschermingszone is aangeduid.

Het aantal gebruiksfuncties die binnen deze gebieden plaatsvinden zijn grotendeels beperkt tot visserij en aggregaatextractie (Figuur 6.1.2). Bovendien kruisen verschillende kabels en pijpleidingen deze gebieden (Lindeboom *et al.*, 2005). In de kustzone liggen een aantal belangrijke badplaatsen zoals Westkapelle en Vrouwenpolder. Deze bevinden zich op een minimale afstand van ca. 35 km.

#### **Figuur 6.1.2: Gebruikers op het NCP ([www.noordzeeloket.nl](http://www.noordzeeloket.nl))**

### 6.2 EFFECTEN

Van al de beschouwde disciplines kan er eventueel een beperkt effect verwacht worden voor de discipline geluid, zeezicht en veiligheid. Er wordt verwezen naar de relevante paragrafen in hoofdstuk 4.

Gezien de grote afstand tot de Nederlandse kust zullen de windturbines geen visuele hinder noch geluidshinder veroorzaken, zowel voor de oorspronkelijke als de uitgebreide concessiezone. Op zee kan er wel geluidshinder verwacht worden daar de Nederlandse wateren slechts 0,5 km van het windturbinepark verwijderd zijn. Boven water aan de grens wordt er een specifiek geluid van ongeveer 50 dB(A) verwacht (Figuur 6.3.1.).

Aangezien het windturbinepark een verwaarloosbaar bijkomend risico vormt voor de scheepvaart, wordt het risico voor olieverontreiniging – net zoals voor de Belgische wateren- als aanvaardbaar ingeschat.

Het aantal aanwezige schepen in de Belgische EEZ zal door de aanwezigheid van Bank Zonder Naam afnemen, daarentegen zal het aantal aanwezige schepen in de Nederlandse EEZ toenemen met zo'n 0,2% (Marin, 2007). Deze verschuiving van de Belgische EEZ naar de Nederlandse EEZ is ook zichtbaar bij het aantal schepen betrokken bij een ongeval en de kosten voor de afgelegde zeemijlen. In totaal zal het aantal aanwezige

schepen door de aanwezigheid van Eldepasco toenemen met 0,06% in beide EEZ's samen. Ook zal een gering effect waarneembaar zijn in de EEZ van de UK.

De dichtstbijgelegen windturbineparken liggen op ruime afstand van de Belgische grens (Figuur 6.1.2). Er worden dan ook geen cumulatieve grensoverschrijdende effecten verwacht.



## 7 SYNTHESE EN CONCLUSIES

### 7.1 INGREEP-EFFECTRELATIES

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de geïntegreerde evaluatie van de effecten per discipline ten gevolge van de ontwikkeling van het Eldepasco windturbinepark. Er is gekozen voor een semi-kwantitatieve aanpak. Hierbij worden de effecten beschreven in relatie tot hun grootte, hun reikwijdte (omvang) en hun tijdelijk of permanente karakter. De beschreven effecten worden in de vorm van een relatieve plusmin-beoordeling weergegeven. Volgende definities zijn van toepassing:

Symbol	Omschrijving	Beschrijving	Beoordeling milieu/ organismen
++	Significant positief effect	Meetbaar positief effect, van grote omvang (BDNZ), tijdelijk of permanent karakter	Zeer positief
+	Matig positief effect	Meetbaar positief effect, van beperkte omvang (projectgebied), tijdelijk of permanent karakter	Positief
0/+	Gering positief effect	Meetbaar klein positief effect, van beperkte omvang (projectgebied), steeds tijdelijk karakter	Neutraal
0	(vrijwel) geen effect	Onmeetbaar effect of niet relevant	Geen
0/-	Gering negatief effect	Meetbaar klein negatief effect, van beperkte omvang (projectgebied), steeds tijdelijk karakter	Verwaarloosbaar
-	Matig negatief effect	Meetbaar negatief effect, van beperkte omvang (projectgebied), tijdelijk of permanent karakter	Aanvaardbaar
--	Significant negatief effect	Meetbaar negatief effect, van grote omvang (BDNZ), tijdelijk of permanent karakter	Onaanvaardbaar
??	Onzekerheid	Effect kan met onvoldoende zekerheid bepaald worden.	Onzekerheid

Bij de effectbeoordeling wordt onderscheid gemaakt in effecten tijdens de constructie, de exploitatie, de ontmanteling en de bekabeling. Tevens wordt aangegeven welke milderende (effectbeperkende) maatregelen mogelijk zijn. Er wordt zowel aandacht besteed aan de negatieve (-) effecten als aan de mogelijke positieve (+) effecten voor het milieu.

Een opsplitsing wordt gemaakt voor het oorspronkelijke concessiegebied (procedure "wijziging concessie") en het uitgebreide concessiegebied (procedure "uitbreiding concessie"). Om de complexiteit deels te reduceren wordt uitgegaan van een 3 MW monopile of multipode/jacketstructuur (48 (oorspronkelijke) tot 72 (uitgebreide) windturbines) en een 6 MW gravitaire (24 (oorspronkelijke) tot 36 (uitgebreide) windturbines) fundering in de synthesesetabel. Voor verdere details per funderingstype en per geografische schaal (concessiegebied sensu stricto; afgebakende windconcessiezoen, BDNZ) wordt verwezen naar de verschillende disciplines.

### 7.1.1 Oorspronkelijke concessiegebied

**Tabel 7.1.1: Overzicht van de ingreep effect relaties voor de verschillende disciplines (oorspronkelijke concessiegebied).**

<i>Fase</i>	<i>Inrichting</i>		<i>Exploitatie</i>		<i>Ontmanteling</i>		<i>Bekabeling</i>	
<i>Vermogen</i>	3	6	3	6	3	6	3	6
<b>Abiotische omgeving</b>								
<i>Effecten op de bodem</i>	-	-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
<i>Effecten op het water</i>	0/-	0/-	0	0	0/-	0/-	0	0
<i>Effecten op het klimaat</i>	0	0	0/+	0/+	0	0	0	0
<i>Effecten op de atmosfeer</i>	0/-	0/-	+	+	0/-	0/-	0/-	0/-
<i>Effecten op geluid en trillingen</i>	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0	0
<i>Effecten op het zeezicht/ cultureel erfgoed</i>	0	0	0/-	0/-	0	0	0	0
<b>Biotische omgeving</b>								
<i>Effecten op invertebraten en vissen</i>	-	-	0/- of 0/+	0/- of 0/+	0/-	0	0	0
<i>Effecten op avifauna</i>	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0	0
<i>Effecten op zeezoogdieren</i>	0/-	0/-	0	0	0/-	0/-	0/-	0/-
<b>Menselijke activiteiten</b>								
<i>Effecten op visserij</i>	0	0	0/+	0/+	0	0	0	0
<i>Effecten op militaire activiteiten</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op kabels en pijpleidingen</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op scheepvaart</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op zand en grind ontginning</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op andere windturbines</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op maricultuur</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op natuurgebieden</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Veiligheid</b>								
<i>Risico's op scheepvaartaccidenten</i>	0/-	0/-	-	-	0/-	0/-	0	0
<i>Risico's op hinder voor radar en scheepscommunicatie</i>	0	0	0/-	0/-	0	0	0	0
<i>Risico's op hinder voor luchtverkeer</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

## 7.1.2 Uitgebreide concessiegebied

**Tabel 7.1.2: Overzicht van de ingreep effect relaties voor de verschillende disciplines (uitgebreide concessiegebied).**

<i>Fase</i>	<i>Inrichting</i>		<i>Exploitatie</i>		<i>Ontmanteling</i>		<i>Bekabeling</i>	
<i>Vermogen</i>	3	6	3	6	3	6	3	6
<b>Abiotische omgeving</b>								
<i>Effecten op de bodem</i>	-	-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
<i>Effecten op het water</i>	0/-	0/-	0	0	0/-	0/-	0	0
<i>Effecten op het klimaat</i>	0	0	0/+	0/+	0	0	0	0
<i>Effecten op de atmosfeer</i>	0/-	0/-	+	+	0/-	0/-	0/-	0/-
<i>Effecten op geluid en trillingen</i>	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0	0
<i>Effecten op het zeezicht/ cultureel erfgoed</i>	0	0	0/-	0/-	0	0	0	0
<b>Biotische omgeving</b>								
<i>Effecten op invertebraten en vissen</i>	-	-	0/- of 0/+	- of +	0/-	0/-	0	0
<i>Effecten op avifauna</i>	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0	0
<i>Effecten op zeezoogdieren</i>	0/-	0/-	0	0	0/-	0/-	0/-	0/-
<b>Menselijke activiteiten</b>								
<i>Effecten op visserij</i>	0	0	0/+	0/+	0	0	0	0
<i>Effecten op militaire activiteiten</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op kabels en pijpleidingen</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op scheepvaart</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op zand en grind ontginning</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op andere windturbines</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op maricultuur</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op natuurgebieden</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Veiligheid</b>								
<i>Risico's op scheepvaartaccidenten</i>	0/-	0/-	-	-	0/-	0/-	0	0
<i>Risico's op hinder voor radar en scheepscommunicatie</i>	0	0	0/-	0/-	0	0	0	0
<i>Risico's op hinder voor luchtverkeer</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

## 7.2 CUMULATIEVE EFFECTEN

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de geïntegreerde evaluatie van de cumulatieve effecten per discipline ten gevolge van de ontwikkeling van het Eldepasco (Bank Zonder Naam), het Belwind (Bligh Bank) en het C-Power (Thorntonbank) windturbinepark. Er wordt uitgegaan van een worst-case scenario voor de reeds vergunde parken (C-Power, Belwind) in functie van aantal turbines en funderingstype. Daarenboven wordt een opsplitsing gemaakt voor Eldepasco in het oorspronkelijke en uitgebreide concessiegebied waarbij er wordt uitgegaan van enerzijds een opstelling van de Vestas V90 (3 MW) met

monopile of multipode/jacketstructuur fundering en anderzijds een opstelling van de REpower (6 MW) met gravitaire fundering.

De gebruikte symbolologie voor de voorgestelde scenario's zijn:

#### A. Oorspronkelijke concessiegebied

- 3 MW - Oorspronkelijk Scenario (OS3): C-Power (graviteits; 60 turbines); Eldepasco (monopile of multipode/ jacket; 51 turbines); Belwind (graviteits; 110 turbines (3 MW));
- 6 MW - Oorspronkelijk Scenario (OS6): C-Power (graviteits; 60 turbines); Eldepasco (gravitair; 27 turbines); Belwind (graviteits; 110 turbines (3 MW));

#### B. Uitgebreide concessiegebied

- 3 MW - Uitgebreid Scenario (US3): C-Power (graviteits; 60 turbines); Eldepasco (monopile of multipode/ jacket; 74 turbines); Belwind (graviteits; 110 turbines (3 MW));
- 6 MW - Uitgebreid Scenario (US6): C-Power (graviteits; 60 turbines); Eldepasco (gravitair; 38 turbines); Belwind (graviteits; 110 turbines (3 MW))

**Tabel 7.2.1: Overzicht van de cumulatieve effect relaties voor de verschillende disciplines (oorspronkelijke concessiegebied)**

<i>Fase</i>	<i>Inrichting</i>		<i>Exploitatie</i>		<i>Ontmanteling</i>		<i>Bekabeling</i>	
<i>Vermogen</i>	<i>OS3</i>	<i>OS6</i>	<i>OS3</i>	<i>OS6</i>	<i>OS3</i>	<i>OS6</i>	<i>OS3</i>	<i>OS6</i>
<b>Abiotische omgeving</b>								
<i>Effecten op de bodem</i>	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
<i>Effecten op het water</i>	0/-	0/-	0	0	0/-	0/-	0	0
<i>Effecten op het klimaat</i>	0	0	0/+	0/+	0	0	0	0
<i>Effecten op de atmosfeer</i>	0/-	0/-	+	+	0/-	0/-	0/-	0/-
<i>Effecten op geluid en trillingen</i>	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0	0
<i>Effecten op het zeezicht/ cultureel erfgoed</i>	0/- of 0/+	0/- of 0/+	0	0	0	0	0/-	0/-
<b>Biotische omgeving</b>								
<i>Effecten op invertebraten en vissen</i>	0/-	-	0/-	-	0/-	0/-	0	0
<i>Effecten op avifauna</i>	0/-	0/-	-	-	0/-	0/-	0/-	0/-
<i>Effecten op zeezoogdieren</i>	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
<b>Menselijke activiteiten</b>								
<i>Effecten op impact van visserij</i>	0	0	0/+	0/+	0	0	0	0
<i>Effecten op impact van militaire activiteiten</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op de impact van kabels en pijpleidingen</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op de impact van scheepvaart</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op de impact van zand en grind ontginning</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op de impact van andere windturbines</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>Effecten op de impact van maricultuur</i>	0	0	0/+	0/+	0	0	0	0
<i>Effecten op de impact van natuurgebieden</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Veiligheid</b>								
<i>Risico's op milieuschade door de installaties</i>	0	0	0/-	0/-	0	0	0/-	0/-
<i>Risico's op hinder en milieuschade door scheepvaartaccidenten</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Risico's op hinder voor radar en scheepscommunicatie</i>	0	0	0/-	0/-	0	0	0	0
<i>Risico's op hinder voor luchtverkeer</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabel 7.2.2: Overzicht van de cumulatieve effect relaties voor de verschillende disciplines (uitgebreide concessiegebied)**

<i>Fase</i>	<i>Inrichting</i>		<i>Exploitatie</i>		<i>Ontmanteling</i>		<i>Bekabeling</i>	
<i>Vermogen</i>	<i>US3</i>	<i>US6</i>	<i>US3</i>	<i>US6</i>	<i>US3</i>	<i>US6</i>	<i>US3</i>	<i>US6</i>
<b>Abiotische omgeving</b>								
<i>Effecten op de bodem</i>	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
<i>Effecten op het water</i>	0/-	0/-	0	0	0/-	0/-	0	0
<i>Effecten op het klimaat</i>	0	0	0/+	0/+	0	0	0	0
<i>Effecten op de atmosfeer</i>	0/-	0/-	+	+	0/-	0/-	0/-	0/-
<i>Effecten op geluid en trillingen</i>	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0	0
<i>Effecten op het zeezicht/ cultureel erfgoed</i>	0	0	0	0	0	0	0/-	0/-
<b>Biotische omgeving</b>								
<i>Effecten op invertebraten en vissen</i>	0/-	-	0/-	-	0/-	0/-	0	0
<i>Effecten op avifauna</i>	0/-	0/-	-	-	0/-	0/-	0/-	0/-
<i>Effecten op zeezoogdieren</i>	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
<b>Menselijke activiteiten</b>								
<i>Effecten op impact van visserij</i>	0	0	0/+	0/+	0	0	0	0
<i>Effecten op impact van militaire activiteiten</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op de impact van kabels en pijpleidingen</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op de impact van scheepvaart</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op de impact van zand en grind ontginning</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op de impact van andere windturbines</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op de impact van maricultuur</i>	0	0	0/+	0/+	0	0	0	0
<i>Effecten op de impact van natuurgebieden</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Veiligheid</b>								
<i>Risico's op milieuschade door de installaties</i>	0	0	0/-	0/-	0	0	0/-	0/-
<i>Risico's op hinder en milieuschade door scheepvaartaccidenten</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Risico's op hinder voor radar en scheepscommunicatie</i>	0	0	0/-	0/-	0	0	0	0
<i>Risico's op hinder voor luchtverkeer</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

## 7.3 CONCLUSIES

In de hiernavolgende onderdelen wordt per fase van het project een synthetisch overzicht gegeven van de belangrijkste conclusies. Enkel effecten die op basis van de uitgebreide analyse als betekenisvol werden geïdentificeerd worden hier herhaald. Gezien voor de meeste effecten geen onderscheid terug te vinden is voor het oorspronkelijke als uitgebreide concessiegebied, zijn de besluiten voor beide scenario's geldig. Indien voor bepaalde effecten relevante verschillen worden gevonden tussen beide scenario's, worden deze wel afzonderlijk vermeld.

Voor leemten in de kennis, compensaties en voorgestelde monitoring maatregelen wordt verwezen naar de specifieke hoofdstukken.

### A. Oorspronkelijke en B. Uitgebreide concessiegebied

Discipline	Effect
Inrichtingsfase	
Bodem	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bij paalfunderingen (monopile/ Multipode/ jacket) een lokale verstoring van de geologische structuur langs de gehele sedimentlaag die door de paal doorboord wordt</li> <li>bij gravitaire funderingen een stockage van zandoverschot tengevolge van de benodigde uitgraving; de keuze voor de stockage-locatie is een belangrijk punt van aandacht;</li> </ul>
Water	<ul style="list-style-type: none"> <li>een zeer lokale en tijdelijke verhoging van de turbiditeit</li> </ul>
Atmosfeer	<ul style="list-style-type: none"> <li>de energieconsumptie en daaraan gerelateerde emissies zijn het grootst tijdens de periode van het winnen van de grondstoffen tot en met de productie van de turbineonderdelen</li> <li>de emissies ten gevolge van scheepvaart zullen slechts een zeer beperkte invloed hebben op de lokale luchtkwaliteit ter hoogte van het Kanaal</li> <li>de impact op de luchtkwaliteit zal bij het gebruik van gravitaire funderingen iets groter zijn dan bij het gebruik van de monopaal of multipode/jacket</li> </ul>
Geluid	<ul style="list-style-type: none"> <li>niet te verwaarlozen tijdelijke en lokale verhoging van de geluidsniveau's boven en onder water (vnl. ten gevolge van het heien) voor de monopile en multipode/ jacket fundering</li> </ul>
Fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>een bentisch habitatverlies van ca. 0,20 % (monopaal/ multipode/ jacket fundering; 6 MW) tot max. 25 % (gravitaire fundering; stockage 1 m) van de concessie oppervlakte (ca. 9 km<sup>2</sup> (oorspronkelijk) tot 14 km<sup>2</sup> (uitgebreid)) door constructie (direct) en stockage van gebaggerd zand (indirect); of m.a.w. &lt; 1% van de windconcessie zone en &lt; 0,1% van het BDNZ</li> <li>het verlies aan organismen is sterk gerelateerd met het biotoopverlies en zal dus toenemen bij de keuze voor meer turbines en/of bij de keuze voor gravitaire fundering (~ indirect biotoopverlies); maar onafhankelijk van het funderingstype of opstellingsvariant wordt het verlies aan organismen als gering negatief geschat</li> <li>een beperkte en tijdelijke verstoring van de bentische fauna en vissen tengevolge van verhoogde turbiditeit, sedimenttransport en geluid en trillingen</li> <li>onderwatergeluid tijdens aanleg van het windturbinepark (monopile/ multipode/ jacket fundering) leidt tot (zwarte) verstoring waardoor vissen tijdelijk het gebied zullen verlaten; onzekerheid omtrent de grootte van de impact van geluid en trillingen blijft bestaan</li> <li>tijdelijke verstoring van verstoringsgevoelige vogelsoorten tijdens de bouw van het windturbinepark als gevolg van de werkzaamheden. Waarschijnlijk zullen verstoringsgevoelige soorten het gebied tijdelijk verlaten, maar terugkeren na het beëindigen van de constructiefase. Het effect op avifauna tijdens de constructiefase</li> </ul>

	<p>wordt als gering negatief beoordeeld</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zeezoogdieren kunnen tijdelijke hinder ondervinden van trillingen, geluiden (heiwerkzaamheden) en veranderingen in voedselbronnen tijdens de constructiefase. Waarschijnlijk zullen ze daardoor het gebied tijdelijk verlaten, maar terugkeren na het beëindigen van de constructiefase. Het effect op zeezoogdieren tijdens de constructiefase wordt als gering negatief beoordeeld</li> </ul>
Zeezicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>de beleving van het zeegezicht door het verhoogd scheepvaartverkeer, verhoogde toeristische druk ten gevolge van 1 park wordt als vrijwel onbestaande geacht</li> </ul>
Mens	<ul style="list-style-type: none"> <li>er worden geen effecten verwacht voor de verschillende gebruikers</li> </ul>
Veiligheid	<ul style="list-style-type: none"> <li>een minimaal verhoogd risico op scheepvaartongelukken en op milieuschade tengevolge van scheepvaartverkeer naar de projectsite</li> </ul>
<p>Tijdens de inrichtingsfase zal er een tijdelijke milieuverstoring plaatsvinden tengevolge van de werkzaamheden. Bij gravitaire funderingen dient er een aanzienlijk zandoverschot gestockeerd te worden binnen het concessiegebied. Als gevolg van de activiteiten (varen, heien, gebruik van de kraan, ...) zal er een tijdelijk een verhoogd geluidsniveau aanwezig zijn onder en boven water. Als gevolg van de erosiebescherming en de turbines zal er beperkt verlies zijn aan zandbodem als leefomgeving. Er treedt een tijdelijke benthische habitatverstoring op door de stockage van gebaggerd zand en een beperkte en tijdelijke verstoring van de benthische fauna en vissen. Er is onzekerheid over de grootte van de impact van geluid en trillingen op het mariene leven. Waarschijnlijk zullen verstoringgevoelige soorten en zeezoogdieren het gebied tijdelijk verlaten, maar terugkeren na het beëindigen van de constructiefase. Er worden geen effecten verwacht voor de andere gebruikers binnen het BDNZ. Er is een minimaal verhoogd risico op scheepvaartongelukken en op milieuschade tengevolge van scheepvaartverkeer naar de projectsite.</p>	
Exploitatiefase	
Bodem	<ul style="list-style-type: none"> <li>potentiële secundaire erosie langsheen de rand van de erosiebescherming;</li> </ul>
Water	<ul style="list-style-type: none"> <li>verwaarloosbare verandering in de hydrodynamica in de directe omgeving van de individuele palen;</li> </ul>
Klimaat	<ul style="list-style-type: none"> <li>een afname in de windsnelheid en een verhoging van de turbulentie aan de lijzijde van de windturbines over een afstand tot ca. 4 km. Dit effect is cumulatief voor windturbines die achter elkaar staan ten opzichte van de wind.</li> </ul>
Atmosfeer	<ul style="list-style-type: none"> <li>1,6 (oorspronkelijke domein) tot 2,4 (uitgebreide domein) % vermeden emissies van broeikasgassen in vergelijking met klassieke centrales; de vermeden CO<sub>2</sub>-emissies bedragen 0,30 tot 0,44 % van de Kyoto-reductiedoelstelling; de vermeden SO<sub>2</sub>- en NO<sub>x</sub>-emissies bedragen 0,54 tot 0,80 % en 0,28 tot 0,42 % van het NEC-emissieplafond</li> </ul>
Geluid	<ul style="list-style-type: none"> <li>impact op onderwatergeluid en trillingen is waarschijnlijk beperkt tot lokale verstoring</li> <li>het bovenwatergeluid zal verhoogd zijn tot 40 dB(A), afhankelijk van de gebruikte turbine (3 MW of 6 MW) en het aantal (4 projectalternatieven), tot op een afstand van ongeveer 1 tot 1,9 km. Het geluid zou hoorbaar kunnen zijn tot op een afstand van maximaal 5 km.</li> </ul>
Fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>voor de meeste soorten zullen (nagenoeg) geen effecten optreden</li> <li>creatie van harde substraten zal leiden tot een (niet natuurlijk) biotoop en een verhoogde en veranderde biodiversiteit</li> <li>de significante introductie van hard substraat (vooral bij de graviteitsfundering) wordt - ongeacht de positieve of negatieve evaluatie- als aanvaardbaar beschouwd gezien de beperkte oppervlakte inname ten opzichte van het BDNZ (ca. 0,01% (oorspronkelijke concessie) – 0,02 % (uitgebreide concessie))</li> <li>er wordt een licht positieve invloed verwacht op het visbestand en benthische leven tengevolge van het sluiten van het gebied voor boomkorvisserij, scheepvaart en</li> </ul>



	<p>zandextractie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ten aanzien van onderwatergeluid en trillingen is onvoldoende informatie beschikbaar</li> <li>• verstoring- en aanvaringsgevoelige vogelsoorten kunnen hinder (aanvaring, verstoring) ondervinden tijdens de exploitatiefase. Zeezoogdieren kunnen effecten ondervinden van trillingen, geluiden, onderhoudswerken en veranderingen in voedselbronnen tijdens de exploitatiefase. Het effect op de avifauna en zeezoogdieren tijdens de exploitatiefase wordt als gering negatief beoordeeld</li> </ul>
Zeezicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De zichtbaarheid van het windturbinepark zal zeer beperkt zijn. Er wordt geen significante negatieve invloed verwacht op de beleving van het zeegezicht, gezien de zichtbaarheid van de windturbines sterk bepaald wordt door de weersomstandigheden. Enkel bij helder weer zullen de windturbines zichtbaar zijn vanaf de kust. Gezien de uitbreiding van het concessiegebied gebeurt ten noorden van de oorspronkelijke concessiezone (of m.a.w. verder van de kust) zal de vergroting van het park geen verhoogde storing van het zeezicht met zich meebrengen. In beide gevallen wordt het effect als verwaarloosbaar beschouwd.</li> </ul>
Mens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ondanks het beperkte verlies aan visserijgronden (0,50 % (oorspronkelijke concessie) – 0,68 % (uitgebreide concessie)) door de aanleg van het windturbinepark, wordt een positief effect verwacht op de traditionele visserij in de nabije omgeving. Het biedt ook mogelijkheden voor alternatieve vormen van visserij.</li> <li>• Er worden geen effecten verwacht op andere gebruikers van het BDNZ.</li> </ul>
Veiligheid	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Een zeer klein en aanvaardbaar risico van milieuvervuiling door de aanwezige oliën en vetten bij het omvallen van de turbine en bij een complete structurele faling van het transformatorplatform.</li> <li>• De kans op een aanvaring/aandrijving van een schip tegen een windturbine (zonder sleepboot) varieert tussen 1,27.10<sup>-3</sup> per jaar (of eens per 788 jaar) en 8,50.10<sup>-4</sup> (of eens om de 1.178 jaar).</li> <li>• een ladingtank of bunkertank kan lek raken en een uitstroom van lading of bunkerolie veroorzaken. De totale jaarlijkse hoeveelheid geloosde olie is laag (ongeveer 0,2 ton per jaar). Wanneer verondersteld wordt dat alle aanvaringen tot een olielozing leiden, dan wordt de hoeveelheid olie die vrijkomt in geval van een aanvaring met een olietanker tussen de 100 en 500 ton geschat en de gemiddelde hoeveelheid bunkerolie op ongeveer 20 ton per aanvaring. Uitgaande van de statistische bevinding dat slechts in 1 op 5 aanvaringen er een lozing in zee optreedt, dan zal het geloosde volume 5 keer hoger zijn (maar frequentie van voorkomen 5 keer lager).</li> <li>• Er wordt in principe geen significant negatieve invloed verwacht op de bewaking van en communicatie met het scheepvaartverkeer.</li> </ul>
<p>Tijdens de exploitatiefase treden eveneens een aantal effecten op. Potentiële erosie t.h.v. de turbines wordt tegengaan door het a priori aanleggen en monitoren van een erosiebescherming rond elke turbine. De kans op verontreiniging van water en bodem is verwaarloosbaar. Tijdens de exploitatie van dit windturbinepark worden ongeveer 2 % emissies vermeden van broeikasgassen in vergelijking met klassieke centrales (significant positief effect). Het windturbinepark zal enkel beperkt waarneembaar zijn bij uitzonderlijke goede omstandigheden. Door het functioneren van de turbines wordt er ook in de onmiddellijke omgeving van de turbines een verhoogd onderwatergeluid verwacht. Boven water zal er ook een verhoogd geluid zijn, wat maximaal hoorbaar kan zijn tot op 5 km.</p> <p>Voor de meeste fauna-soorten zullen (nagenoeg) geen effecten optreden. De creatie van harde substraten zal leiden tot een verhoogde en veranderde biodiversiteit. Verstoring- en aanvaringsgevoelige vogelsoorten kunnen een matig negatief effect (aanvaring, verstoring) ondervinden tijdens de exploitatiefase. Aanwezigheid en gedrag van zeezoogdieren kan beïnvloed worden door trillingen, geluid, onderhoudswerken en veranderingen in voedselbronnen tijdens de exploitatiefase. Het effect op de zeezoogdieren tijdens de exploitatiefase wordt als gering negatief beoordeeld. Er wordt een positief effect verwacht op de traditionele visserij in de nabije omgeving.</p> <p>Er wordt in principe geen significant negatieve invloed verwacht van de aanwezigheid van het</p>	

windturbinepark op de bewaking van en communicatie met het scheepvaartverkeer. Bij een calamiteit zoals een aandrijving of aanvaring van een schip met een windturbine kan een ladingtank of bunkertank van het schip lek raken en een uitstroom van lading of bunkerolie veroorzaken. De effecten hiervan kunnen beperkt en beheerst worden mits voorzien wordt in interventieplannen en procedures.

#### Ontmantelingsfase

Algemeen mag worden gesteld dat de effecten van de ontmantelingsfase gelijkaardig zullen zijn aan die van de bouwphase, maar dat de intensiteit van voorkomen veel lager zal zijn. De geluidsverstoring blijft bijvoorbeeld beperkt tot de geluiden geproduceerd door de betrokken scheepvaart en de ontmantelingsactiviteiten (afsnijden van turbines tot 2 m onder de zeebodem; weghalen gravitaire fundering). De significante geluidsverstoring ten gevolge van het heien (monopile/ Multipode/ jacket fundering) tijdens de constructiefase is tijdens de ontmantelingsfase dus niet meer aanwezig. Ook het biotoopverlies en het daarmee gepaard gaande verlies aan organismen blijft beperkt tot de oppervlaktes die effectief verstoord worden tijdens de ontmantelingsfase (geen indirect biotoopverlies meer ten gevolge van stockage (gravitaire fundering)). De effecten variëren van (vrijwel) geen effect (0) tot een gering negatief effect (0/-), afhankelijk van het aantal turbines.

#### Bekabeling

Bodem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• een tijdelijke verstoring van de bodemstructuur en toename van de turbiditeit door het kabelleggen</li> </ul>
Water	<ul style="list-style-type: none"> <li>• een zeer lokale en tijdelijke verhoging van de turbiditeit</li> </ul>
Klimaat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• optreden van een lokale temperatuursgradiënt in de bodem rondom de kabel</li> </ul>
Geluid	<ul style="list-style-type: none"> <li>• een tijdelijke verhoging van het geluid boven en onder water. Deze geluidstoename zal slechts over een zeer korte tijd waargenomen worden</li> </ul>
Fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• een lokale tijdelijke verstoring van het biotoop</li> <li>• een beperkt lokale verstoring van het habitat</li> <li>• een mogelijk gelokaliseerde verstoring van gedrag van kraakbeenvissen o.i.v. elektro-magnetische velden</li> <li>• tijdelijke verstoring van avifauna en zeezoogdieren als gevolg van het aanleggen van de kabels. De aanwezigheid van de kabels en het opgewekte magnetische veld zal waarschijnlijk geen rechtstreeks effect hebben op de avifauna en zeezoogdieren tijdens de exploitatiefase. Het effect van bekabeling wordt als (vrijwel) geen tot gering negatief ingeschat.</li> </ul>
Erfgoed	<ul style="list-style-type: none"> <li>• het gekozen kabeltracé kruist enkele gevoelige zones (vnl. omgeving Vlakte van de Raan) waar enkele wrakken gesitueerd zijn; op basis van de resultaten van een screening van de zeebodem zal het kabeltracé indien nodig gewijzigd worden zodat het effect op het maritiem beschermd erfgoed tot een minimum (0) beperkt blijft</li> </ul>
Mens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• er worden geen effecten verwacht voor de verschillende gebruikers</li> </ul>
Veiligheid	<ul style="list-style-type: none"> <li>• een minimaal verhoogd risico op scheepvaartongelukken en op milieuschade tengevolge van scheepvaartverkeer naar de projectsite</li> </ul>

De voornaamste invloed van het kabelleggen is de lokale verstoring van de bodem en de daarin levende organismen. Deze invloed zal beperkt zijn tot de onmiddellijke omgeving rond het kabeltracé en na een tijd verdwenen zijn (gering negatief effect). De invloed van de elektromagnetische straling en de lokale opwarming van de zeebodem (door de warmteontwikkeling in de elektrische kabels) op vissen en invertebraten tijdens de exploitatie van het windturbinepark is onzeker, maar beperkt tot de nabije omgeving.	
Grensoverschrijdende effecten	
<i>Discipline</i>	<i>Effect</i>
Geluid	<p>Gezien de grotere afstand wordt er geen geluidseffect op het vaste land in Nederland verwacht.</p> <p>Doordat de grens van de Nederlandse wateren zich op minder dan 1 km van het geplande windturbinepark bevindt, zal er boven water aan de grens een specifiek geluid van ongeveer 50 dB(A) verwacht worden.</p>
Zeezicht	Gezien het dichtste punt van het Nederlandse vasteland zich op ongeveer 40 km van het windturbinepark bevindt, zal het windturbinepark in zeer beperkte mate of zelfs helemaal niet zichtbaar zijn vanop de Nederlandse kust. De effecten op de beleving in België zullen in Nederland eveneens van toepassing zijn.
Veiligheid	<p>Aangezien het windturbinepark een zeer beperkt maar niet verwaarloosbaar bijkomend risico vormt voor scheepvaartincidenten kan in bepaalde omstandigheden dit resulteren in een vervuiling van de Nederlandse kusten en/of wateren.</p> <p>Het scheepvaartpatroon rond het projectgebied zal nagenoeg niet wijzigen. In het slechtste geval zal er een zeer beperkte toename zijn op het NCP, ten voordele van het BDNZ.</p> <p>Aangezien het risico voor Belgische wateren als aanvaardbaar werd ingeschat kan eenzelfde conclusie voor effecten in Nederland getrokken worden.</p>
Gezien de positie en afstand van de inplanting ten opzichte van de buurlanden kunnen enkel beperkte effecten verwacht worden naar Nederland toe. Van de beschouwde disciplines zijn enkel de disciplines geluid, zeezicht en veiligheid relevant in het kader van grensoverschrijdende effecten. Gezien de afstand tot de Nederlandse kust worden de effecten als verwaarloosbaar beschouwd.	
Cumulatieve effecten	
<i>Discipline</i>	<i>Effect</i>
Bodem	<p>In totaliteit zal in verschillende fasen voor de drie windturbineparken bijna 7,6 (oorspronkelijke concessiegebied Eldepasco) of 8,7 miljoen m<sup>3</sup> (uitgebreide concessiegebied Eldepasco) zand gestockeerd worden tengevolge van de benodigde uitgraving, enkel indien elk project kiest voor gravitaire funderingen voor alle windturbines. Het cumulatieve effect zal kleiner zijn dan de som van de effecten.</p> <p>De impact op de morfodynamiek van het BDNZ door de aanleg van de kabels is zeer gering. Een gezamenlijke installatie van kabels (dichtbij elkaar gelegen trajecten) betekent een geringere impact dan indien elk van de drie projecten verschillende trajecten hanteert.</p> <p>De lokale erosie door de constructies wordt voor de drie windturbineparken tegengegaan door het a priori aanleggen van een erosiebescherming. Bij de keuze voor monopiles kan besloten worden dat de erosiebescherming in de drie gevallen voldoende groot is. Bij de keuze voor gravitaire funderingen is er enige onzekerheid wegens gebrek aan wetenschappelijk onderzoek en praktijkervaring. Het cumulatieve effect is zeker kleiner dan de som van de individuele effecten. Indien er toch lokale erosie optreedt, kan dit effect vrij eenvoudig weggewerkt worden door herstellen en bijkomend storten van erosiebescherming.</p>

	<p>Indien de erosiebescherming verwijderd wordt, zal er in essentie een put ontstaan ter hoogte van elke fundering. Het herstel van de funderingsputten is op basis van de huidige kennis niet in te schatten in ruimte en tijd. Het cumulatieve effect zal niet groter zijn dan de som van de individuele effecten.</p>
Water	<p>De constructie van de fundering zal, voor elke uitvoeringswijze en type fundering maar groter voor de gravitairefundering, een lokale en tijdelijke verhoging van de turbiditeit veroorzaken met, in vergelijking met turbiditeitsconcentraties die van nature optreden tijdens stromen, een verwaarloosbaar effect. Het cumulatieve effect is de som van de individuele effecten.</p> <p>De impact van de aanleg van de kabels binnen elk park en tussen parken en het vaste land is zeer tijdelijk en lokaal. Een gezamenlijke en dus gelijktijdige installatie van kabels (zelfde trajecten) zou een geringere impact(zone) betekenen dan indien elk van beide projecten verschillende trajecten hanteert of kabels legt langs hetzelfde traject maar op een ander tijdstip.</p>
Klimaat & atmosfeer	<p>Een belangrijk effect tijdens de exploitatiefase zijn de vermeden emissies op het land als gevolg van het feit dat de netto elektriciteitsproductie van de windturbineparken niet door middel van klassieke, al dan niet in combinatie met nucleaire, productie dient te worden opgewekt.</p> <p>De vermeden emissies van elk windturbinepark op zich leveren al een belangrijke bedrage tot de voor België vooropgestelde reductiedoelstellingen voor SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en CO<sub>2</sub>. De cumulatieve bijdrage is uiteraard nog groter en komt overeen met de som van de individuele bijdragen.</p>
Geluid & trillingen	<p>Tijdens de constructiefase brengt het heien van de funderingspalen een impulsgeluid (niet continue) voort. Deze heiactiviteiten komen slechts tijdelijk voor. Bijgevolg zal het cumulatieve effect niet groter zijn dan de som van de effecten per windturbinepark (de kans dat de puls van het heien van de 3 windturbineparken samen valt is nagenoeg onbestaande).</p> <p>Tijdens de exploitatie blijft het onderwatergeluid van de windturbines beperkt tot het gebied tussen de turbines en overschrijdt niet de veiligheidsgrens van 500 m rond de respectievelijke windturbineparken, het cumulatieve effect is bijgevolg gelijk aan de som van de individuele effecten.</p> <p>Enkel tussen het Belwind en het C-Power windturbinepark ter hoogte van het Eldepasco windturbinepark zal het geluidsniveau boven water iets hoger zijn bij de cumulatieve werking van de 3 windturbineparken samen. Daar er slechts een zeer beperkt effect verwacht wordt van de individuele effecten (van de afzonderlijke windturbineparken) zal er ook slechts een beperkt effect aanwezig zijn van het geluid boven water afkomstig van de 3 windturbineparken.</p>
Fauna & flora	<p>Voor de meeste effecten op benthos en vissen (biotoopverlies/ verstoring, verlies organismen, introductie hard substraat, geluid) geldt dat het cumulatieve effect de som is van de afzonderlijk effecten per windturbinepark. Deze zijn bovendien vaak recht evenredig met het ruimtebeslag. De totale oppervlakte van de drie parken samen blijft relatief klein tov het BDNZ (&lt; 3 %). Gezien de meeste effecten zich slechts voordoen op een beperkt deel van de domeinconcessies (gravitaire &gt; monopile/multipode/jacket) kan algemeen besloten worden dat de effecten aanvaardbaar zullen zijn.</p> <p>Er heerst nog een grote onzekerheid omtrent de grootte van het cumulatieve effect van geluidsverstoring en elektromagnetische straling. Verder onderzoek is aangewezen.</p> <p>De meeste cumulatieve effecten op vogels zijn de som van de afzonderlijke effecten per windturbinepark. Het cumulatieve effect als gevolg van de vermindering van habitat voor rustende en foeragerende vogels, zal voornamelijk een effect hebben op soorten die een groot vermijdingsgedrag vertonen. Het betreft Alk, Zeekoet en Jan van Gent. Aangezien er een</p>

	<p>uitstralende werking van het park van ca. 4 km kan aangenomen worden, zal de volledige concessiezone die op het BDNZ is afgebakend voor de bouw van windturbineparken door deze soorten vermeden worden. In eerste instantie wordt dat cumulatieve effect als significant beschouwd. In relatie tot de volledige biogeografische populatie van deze soorten die ter hoogte van het BDNZ voorkomen, wordt het effect als matig negatief beoordeeld. Wat het cumulatieve effect m.b.t. aanvaring betreft, wordt dit als een leemte in de kennis aangezien. Er wordt evenwel verwacht dat het aanvaringseffect vooral groot zal zijn bij de grote meeuwensoorten (Kleine Mantelmeeuw, Grote Mantelmeeuw en Zilvermeeuw).</p> <p>Naar zeezoogdieren toe worden er geen negatieve cumulatieve effecten verwacht. Ze zijn de som van de afzonderlijke effecten. Het cumulatieve effect als gevolg van rustverstoring wordt als een leemte in de kennis aangezien.</p>
Mens	<p>Er worden geen noemenswaardige negatieve cumulatieve effecten verwacht voor de verschillende gebruikers van de Noordzee.</p> <p>Voor visserij en maricultuur kan de bouw en exploitatie van de verschillende windturbineparken indirect positieve gevolgen hebben daar zij de vispopulatie ten goede komen (sluiting gebieden voor boomkorvisserij, scheepvaart, ...) én dus ook de visserij in de nabije omgeving, of de mogelijkheid bieden tot het ontwikkelen van alternatieve vormen van visserij.</p>
Zeezicht en archeologisch erfgoed	<p>Vanuit de discipline zeezicht en archeologisch erfgoed worden geen noemenswaardige cumulatieve effecten verwacht. Alle windturbineparken zullen enkel bij helder weer in beperkte mate zichtbaar zijn. Het cumulatieve effect van de aanleg van de zeekabels op de aanwezige wrakken bestaat uit een som van de afzonderlijke effecten.</p>
Veiligheid	<p>Een zeer klein en aanvaardbaar risico van milieuvervuiling door de aanwezige oliën en vetten bij het omvallen van de turbine en bij een complete structurele falen van het transformatorplatform</p> <p>Het individuele risico voor een aanvaring/aandrijving van het windturbinepark op de Bank Zonder Naam, in aanwezigheid van de 2 andere windturbineparken (zonder sleepboot) varieert tussen 0,0006 per jaar (of eens per 1.641) en 0,0009 per jaar (of eens per 1.078 jaar). Het bovenvermelde risico is grotendeels te wijten aan het risico op aandrijvingen respectievelijk eens per 1.770 jaar (oorspronkelijke zone; 24 turbines) of eens per 1.149 jaar (uitgebreide zone; 72 turbines). Het risico op aanvaringen is veel lager: 5,9.10<sup>-5</sup> aanvaringen per jaar (of eens per 17.012 jaar) voor het worst case scenario (oorspronkelijke zone; 48 turbines).</p> <p>Het totale cumulatieve risico voor een aanvaring/aandrijving van de 3 windturbineparken wordt zonder sleepboot ingeschat op eens om de 22 jaar, resp. met sleepboot eens om de 23 jaar. Deze hoge kans is grotendeels toe te schrijven aan het C-Power project, daar deze zich op bestaande vaarroute bevindt. Rekening houdend met een correctie van deze overschatting, zal de kans op een aanvaring/aandrijving ten gevolge van de drie parken eerder rond eens om de 100 jaar liggen. In vergelijking met het aantal aanvaringen op de Noordzee (eens om de 2,5 jaar volgens DNV (2007)) wordt dit cumulatieve risico als aanvaardbaar beschouwd.</p> <p>De totale jaarlijkse lozing voor alle drie windturbineparken samen wordt op 1 tot 2 ton/jaar geschat. Dit is ongeveer 7 keer hoger dan de lozing ten gevolge van het Eldepasco project alleen.</p> <p>Er wordt in principe geen significant negatieve invloed verwacht op de bewaking van en communicatie met het scheepvaartverkeer. Voor de bewaking van de veiligheid van de 3 windturbineparken wordt er evenwel best een bijkomende SRK-radar voorzien.</p>
Bij de cumulatieve effecten (gezamenlijke effecten van de drie windturbineparken) worden enkel de effecten verder besproken die niet verwaarloosbaar zijn voor een enkel windturbinepark. Voor deze niet-	

verwaarloosbare effecten zal het cumulatieve effect meestal gelijk of kleiner zijn dan de som van de individuele effecten. In totaliteit zal voor de 3 windturbineparken samen bijna 7,6 of 8,7 miljoen m<sup>3</sup> zand gestockeerd worden in de respectievelijke concessiegebieden tengevolge van de benodigde uitgraving indien elk project kiest voor gravitaire funderingen voor de windturbines. Het cumulatieve milieueffect tengevolge van de stockage van zand zal door de fasering kleiner zijn dan de som van de effecten. De vermeden emissies van elk windturbinepark op zich leveren al een belangrijke bedrage tot de voor België vooropgestelde reductiedoelstellingen voor SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en CO<sub>2</sub>. De cumulatieve bijdrage is uiteraard nog groter en komt overeen met de som van de individuele bijdragen. Tijdens de exploitatie blijft het onderwatergeluid van de windturbines beperkt tot de veiligheidszone; het cumulatieve effect is bijgevolg gelijk aan de som van de individuele effecten. Voor de meeste effecten op benthos en vissen geldt dat het cumulatieve effect de som is van de afzonderlijk effecten - vaak recht evenredig met het ruimtebeslag dat in totaliteit relatief klein blijft t.o.v. het BDNZ- per windturbinepark. Voor vogels en zeezoogdieren geldt eveneens dat het cumulatieve effect de som is van de afzonderlijke effecten. Enkel naar inname van habitat voor rustende en foeragerende vogels door de uitstralende werking van elk windturbinepark treedt er een cumulatief effect op dat groter is dan de som van de effecten per windturbinepark. Hier wordt het cumulatieve effect op de verstoring van Alk, Zeekoet en Jan van Gent als matig negatief beoordeeld. Er worden geen noemenswaardige negatieve cumulatieve effecten verwacht voor de verschillende gebruikers van de Noordzee.

Voor de drie windparken wordt afhankelijk van de studie eens in de 9 (Marin, 2007) of 23 (DNV, 2007) jaar een aanvaring of aandrijving van een schip met een windturbine van een van de drie parken verwacht, waarbij dit naar verwachting eens in de 227 respectievelijk 125 jaar zal leiden tot een uitstroom van lading of bunkerolie. Dit wordt als een aanvaardbaar risico beschouwd. Er wordt in principe geen significant negatieve invloed verwacht van de aanwezigheid en exploitatie van de windturbineparken op de bewaking van en communicatie met het scheepvaartverkeer.

## 8 REFERENTIES

3E (2001). Offshore windpark op de Wenduinebank. Opbrengstberekening a.h.v. meteostations Westhinder, Wandelaar, Droogte van 't Schoonveld, Vlake van de Raan en Cadzand, Studiedeel 7.

Anonymous (2004). Annual Status report Nysted offshore windfarm. Environmental monitoring programme 2003. Energi E2, Copenhagen, 45 p.

Anonymus, (2003) – "Project Zandwinning", Eindrapport, Labo voor Analytische en Milieuchemie, VUB, In opdracht van FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie, Bestuur voor Kwaliteit en Veiligheid, 44 pp. + Bijlagen.

Bach, S., Teilmann, J. & Henriksen, O.D. (2000). Environmental Impact Assessment (EIA) of offshore windfarms at Rødsand and Omø Stålgrunde, Denmark. A technical report on harbour porpoises.

Bailey-Brock, J.H. (1989). Fouling community development on an artificial reef in Hawaiian waters. Bull. Mar. Sci., 44 (2): 580-591.

Bastin (1974). Regionale sedimentologie en morfologie van de zuidelijke Noordzee en van het Schelde estuarium. Unpublished PhD. Thesis, KUL, Gent, 91 pp.

Berne, S., Trentesaux, A., Stolk, A., Missiaen, T. & De Batist, M. (1994). Architecture and long term evolution of a tidal sandbank : the Middelkerke Bank (Southern North Sea). Marine Geology, 121,57-72.

Berr – Department for Business Enterprise & Regulatory Reform in association with Defra (2008). Review of cabling techniques and environmental effects applicable to the offshore wind farm industry. Technical report.

Bio/consult A/S (2004). Infauna Monitoring Horns Reef Wind Farm 2004. Data report no. 1 September 2004. Commissioned by Elsam Engineering A/S.

Bio/consult A/S (2005). Hard Bottom Substrate Monitoring - Horns Rev Offshore Wind Farm. Annual Status Report 2004. Commissioned by Elsam Engineering A/S.

Bjork, E.A. (1999). Divergence of boat noise above water level in a downwind direction.

BMM (2004). Bouw en exploitatie van een windturbinepark op de Thorntonbank in de Noordzee: Milieueffectenbeoordeling van het project ingediend door de n.v. C-Power. Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee, Afdeling Beheer van het Mariene Ecosysteem (BMM), Brussel. 170 pp.

BMM (2005a). Overzicht accidenten sinds 1990.

BMM (2005b). Productie van tweekleppige weekdieren door middel van hangstructuren in 4 bepaalde zones in de zeegebieden onder rechtsbevoegdheid van België. Milieu-effectenbeoordeling van het project ingediend door de AG Haven Oostende. 33 pp.

BMM (2006a). Bouw en exploitatie van een windturbinepark op de Thorntonbank in de Noordzee. Milieueffectenbeoordeling van de aanvraag ingediend door de NV C-Power tot wijziging van de vergunning en machtiging voor het bouwen, inclusief de aanleg van kabels, en het exploiteren van een min 216 – max 300 MW farshore windenergiepark op de Thorntonbank. 43 p.

BMM (2006b). Numerieke modellering van het sedimenttransport ter hoogte van de Thorntonbank. Voorbereid in het kader van de monitoring van de milieueffecten van de installatie van een windturbinepark ter hoogte van de Thorntonbank door C-Power. 22 p.

BMM (2007a). Uittreksel van hydrodynamische modelleringsresultaten (frequentiedistributie van stroomsnelheden op verschillende plaatsen op het BDNZ).

BMM (2007b). Databank BMDC, on-line consulteerbaar via de website van de BMM, geconsulteerd in mei 2007.

BMM (2007c). Milieueffectenbeoordeling van het BELWIND offshore windturbinepark. Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee, Afdeling Beheer van het Mariene Ecosysteem (BMM), Brussel. 182 pp.

Bochert, R. & Zettler, M.L. (2004) Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 25: 498-502.

Boot, G. (2003). Olie dispersie studie ter hoogte van het C-Power windturbinepark op het Thorntonbank: Aanvullende scenario's. WL Delft Hydraulics. 11 pp.

Brey, T. (2001). Population dynamics in benthic invertebrates. A virtual handbook. Version 01.2. <http://www.awibremmerhaven.de/Benthic/Ecosystem/FoodWeb/Handbook/main.html> ; Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Germany.

Buurma, L.S. & van Gasteren, H. (1989). Trekvogels en obstakels langs de Zuid-Hollandse kust. Rapport Koninklijke Luchtmacht, Den Haag.

BWZee (2006). A Biological Valuation Map for the Belgian Continental Shelf (BWZee)

Calewaert, J.-B., A.-K. Lescrauwaet, J. Mees, J. Seys, K. Hostens, F. Redant, I. Moulart, M. Raemaekers, W. Demaré, B. Vanhooreweder, K. Mergaert, F. Maes, F. Douvere, K. Belpaeme, H. Maelfait, M. Kyramarios, P. Tak, S. Overloop, B. Peeters (2005). MIRA- Milieurapport Vlaanderen, Achtergrond document 2005, Kust en zee. Vlaamse Milieumaatschappij, [www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be)

Camphuysen, C.J. & Leoplod, M.F. (1994). Atlas of seabirds in the southern North Sea. IBN Research report 94/6. Nioz rapport 1994-8. Institute for Forestry and Nature Research, Dutch Seabird Group and Netherlands Institute for Sea Research, Texel, 126 pp.

Camphuysen, C.J. & Leopold, M.F. (1993). The harbour porpoise *Phocoena phocoena* in the southern North Sea, particularly the Dutch sector. *Lutra* 36(1): 1-24.

Camphuysen, C.J. (1994). The Harbour Porpoise *Phocoena phocoena* in the southern North Sea, II: a comeback in Dutch coastal waters? *Lutra* 37(1): 54-61.

Camphuysen, C.J. (2004). North Sea pilot project on ecological quality objectives. Issue 4. Seabirds ECOQO element (F): Proportion of oiled Common Guillemots among those found dead or dying on beaches. Report to the Biodiversity Committee (BDC) 2004.

Carstensen, J., Henriksen, O.D. & Teilmann, J (2005). Impacts of harbour porpoise from offshore wind farm construction: acoustic monitoring of echolocation activity using porpoise detectors (5-POSs), Marine Ecology Progress Series.

Catrysse (2007). Studies omtrent de mogelijke invloed van het windturbinepark op de Bligh Bank, de mogelijke cumulatieve effecten van de 3 windturbineparken op de Noordzee (Bligh Bank, Bank Zonder Naam en Thorntonbank) met betrekking tot de SRK-radar en de marifone communicatie, alsook de aanvullende nota extra SRK-radarstation.

Cattrijsse, A. & Vincx, M. (2001). Biodiversity of the benthos and avifauna of the Belgian coastal waters. Summary of data collected between 1970 and 1998. Federal Office for Scientific, Technical & Cultural Affairs, Brussels: 48 pp.

Cedre (2003). Accidental spills of sea transport around the British Isles since 1960. <http://www.le-cedre.fr>



Centre for Marine and Coastal Studies (CMACS) (2003) A baseline assessment of electromagnetic fields generated by offshore wind farm cables, COWRIE-EMF-01-2002: 71 pp.

Christensen, T.K., Clausager, I. & Petersen, I.K. (2003). Base-line investigations of birds in relation to an offshore wind farm at Horns Rev, and results from the year of construction. NERI Report 2003, April 10th edition, Dep. Of Coastal Zone Ecology, Denmark, 65 pp.

Christensen, V., Guénette, S., Heymans, J.J., Walters, C.J., Watson, R., Zeller, D. and Pauly, D. (2002). Estimating Fish Abundance of the North Atlantic, 1950 – 1999. In Guénette, S., Christensen, V., Pauly, D. (eds) Fisheries impacts on North Atlantic ecosystems: models and analyses. Fisheries Centre Research Reports 9 (4)

Christian, B., Brünner, H.V., Knudsen, F.R. (2005). Hydroacoustic Monitoring of Fish Communities in Offshore Wind Farms. Annual Report 2004. Horns Rev Offshore Wind Farm. 33 pp.

Clarke, K.R. & R.N. Gorley (2001). PRIMER v5: User Manual/Tutorial. PRIMER-E: Plymouth, 91 pp.

Courtens, W., Stienen, E.W.M. & Vanermen, N. (2006). Zeevogels en zeezoogdieren van de Vlakte van de Raan, in: Coosen, J. *et al.* (Ed.) (2006). Studiedag: De Vlakte van de Raan van onder het stof gehaald, Oostende, 13 oktober 2006. VLIZ Special Publication, 35: pp. 59-72.

Danish Hydraulic Institute - DHI (1999). Horns Rev Wind Power Plant: environmental impact assessment of hydrography.

Dayton P.K., S. Trush, F.C. Coleman (2002) Ecological effects of fishing in marine ecosystems of the United statesPew Oceans Commissio, Arlington, Virginia.

De Batist, M. & Henriët, J.P., (1995). Seismic sequence stratigraphy of the Paleogene offshore of Belgium, Southern North Sea. Journ. Geol. Soc. London, 152 (1), 27-40.

De Batist, M., (1989). Seismostratigrafie en structuur van het Paleogeen in de Zuidelijke Noordzee. Unpublished PhD. Thesis, RUG, Gent, 107 pp.

De Groote, D. & Roggeman, W. (2006). Gebruik van radarsystemen voor monitoring van de avifauna op de Thorntonbank. Studie uitgevoerd in opdracht van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee. 49 pp.

De Maerschalck, M., Hostens, K., Wittoeck, J., Cooreman, K., Vincx, M., Degraer, S. (2006). Monitoring van de effecten van het Thornton windturbinepark op de benthische macro-invertebraten en de visfauna van zachte substraten: Referentietoestand. Studie uitgevoerd in opdracht van het KBIN en BMM, 81 pp.

De Maeyer, P., Wartel, S. en De Moor, G. (1985). Internal structures of the Nieuwpoort Bank, Southern North Sea. Netherlands Journal of Sea Research, 19(1): 15-18.

De Moor, G. & Lanckneus, J. (1991). Zand- en grindwinning op het Belgisch Continentaal Plat en monitoring van de eventuele gevolgen voor de bodemstabiliteit. In: Bolle, I., Brysse, I., Mostaert, F., Van Burm, Ph. en Zeuwts, L. (editors), Oppervlakedelfstoffen Problematiek in Vlaanderen. Proceedings GGG, Gent: 188-214.

De Ridder, B. (2001). Distributie van zeezoogdieren in de zuidelijke Noordzee. Rapport zelfstandig practicum Universiteit Gent, licentie biologie, unpublished. 24 pp.

Debacker, V., Coignoul, F., Das, K., Haelters, J., Holsbeek, L., Jacques, T., Jauniaux, T., Joris, C.R., Stienen, A.W.M., Tavernier, J., Van Waeyenberge, J. & Bouqueneau, J.-M. (2002). North Sea seabirds and marine mammals: pathology and ecotoxicology. Sustainable Management of the North Sea, Final Report of the MARIN group, 252 pp.

Decloedt, S., De Poorter J., Botteldooren D., (1998). Vakgroep Informatietechnologie, Groep Akoestiek, RUG, "Onderzoek naar het stiltekarakter van gebieden: Het Zwin", Gent, studie in opdracht van AMINAL.

Degraer, S., Van Lancker, V., Moerkerke, G. Van Heoy, G., Vanstaen, K., Vincx, M. & Henriët, J-P. (2003). Evaluation of the ecological value of the foreshore: habitat-model and macrobenthic side-scan sonar interpretation: extension along the Belgian Coastal Zone. Final report. Ministry of the Flemish Community, Environment and Infrastructure Department. Waterways and Marine Affairs Administration, Coastal Waterways, 63 p.

Degraer, S., W. Willems, E. Adriaens & M. Vincx (2008). Habitat suitability modelling as a mapping tool for macrobenthic communities: an example from the Belgian part of the North Sea. *Cont. Shelf Res.* 28(3): 369-379.

Degraer, S., Wittoeck, J., Appeltans, W., Cooreman, K., Deprez, T., Hillewaert, H., Hostens, K., Mees, J. Vanden Berghe, W. & Vincx, M. (2006). De macrobenthos atlas van het Belgisch deel van de Noordzee. Federaal Wetenschapsbeleid D/2005/1191/5. 164 pp.

Delaney, S. & Scott, D. (2002). Waterbird population estimates, third edition. Wetlands International Global Series no. 12, Wageningen, Nederland, 226 pp.

Deleu, S. (2001). Zeebodemmobiliteitsstudie van de Hinderbanken regio. Scriptie voorgelegd voor het verkrijgen van het Diploma van licentiaat in de Geologie. Universiteit Gent.

Departement Landbouw en visserij (2007). Sectoroverzicht. Aanvoer en besomming 2006. Vlaamse Overheid. Departement Landbouw en visserij. Webpagina gecontacteerd op 28/03/2007: <http://www2.vlaanderen.be/ned/sites/landbouw/index.html>

Depestele, J., Courtens, W., Degraer, S., Deraus, S., Haelters, J., Hostens, K., Moulart, I., Polet, H., Rabaut, M., Stienen, E., Vincx, M. (2008). WAKO: Evaluatie van de milieu-impact van Warrelneten boomKORvisserij op het Belgisch deel van de Noordzee: Eindrapport. ILVO-Visserij: Oostende, België. 185 pp.

Dietz, R., Teilmann, J., Henriksen, O.D. (2000). EIA study of offshore wind farm at Rødsand. Technical report about seals. Miljø- og Energiministeriet, National Environmental Research Institute. 46 pp.

DIFRES (2000). Effects of marine wind farms on the distribution of fish, shellfish and marine mammals in the Horns Rev area. Danish Institute for Fisheries Research, Departement of Marine Fisheries.

DIN IEC 88/48/CDV (1996). Windenergieanlagen; Teil 10: Schallmeverfahren (IEC 88/48/CDV: 1995)

DNV (2007). Technical report. Navigational Risk Assessment Eldepasco Wind Farm. May 2007.

DNV (2008). Technical report. Navigational Risk Assessment Eldepasco Wind Farm. October 2008.

Dolman, S.J., Simmonds, M.P. & Keith, S. (2003). Marine wind farms and cetaceans. International Whaling Commission, doc. IWC/SC/55/E4, 17 pp.

Dong energy, Vattenfall, Danish Energy Authority & Danish Forest and Nature Agency (2006). Danish offshore wind – key environmental issues. 142 p.

Drewitt, A. & Langston, R.H.W. (2006). Assessing the impacts of wind farms on birds. *British Ornithologists' Union, Ibis* 148: 29 – 42.

DTI (2005). Guidance on the assessment of the impact of offshore wind farms. Seascape and visual impact report. 127 pp.

Du Four, I. (2004). Physical characterization of the Sierra Ventana region, in view of the rehabilitation of a dumping site of dredged material into a potential area for marine aggregate extraction. Thesis Marine and Lacustrine Sciences, 54 pp.

Ecolas NV (2003). Milieueffectenrapport voor een Offshore windturbinepark op de Thorntonbank. Uitgevoerd in opdracht van C-Power. 241 p. + app.

Ecolas NV (2004). Milieueffectenrapport voor een Offshore windturbinepark op de Thorntonbank. Aanvulling: gravitaire fundering. Uitgevoerd in opdracht van C-Power. 25 p. + app.

Ecolas NV (2006). Milieueffectenrapport voor de extractie van mariene aggregaten op het BDNZ. Uitgevoerd in opdracht van Zeegra vzw & AWZ afdelingen Kust en Maritieme Toegang. 194 p. + app.

Edrén, S.M.C., Teilmann, J., Carstensen, J., Harders, P., Dietz, R. (2005). Effects of Nysted Offshore Wind Farm on seals in Rødsand seal sanctuary - based on remote video monitoring and visual observations. NERI Technical report to Energi E2 A/S. Denmark. 54 pp.

Eisma, D. (1966). The distribution of benthic marine molluscs of the main Dutch coast. Neth. J. Sea Res. 3: 107-163.

Elsam Engineering & ENERGI E2 (2005). Review report 2004: The Danish Offshore Wind Farm Demonstration Project: Horns Rev and Nysted Offshore Wind Farms - Environmental impact assessment and monitoring. Denmark. 135 pp.

Eltra (2000). Beregning og måling af magnetfelter omkring kabler og vindmøller. Eltra Netplanlægning.

Essink, K. (1998). RIACON. Risk analysis of Coastal Nourishment Techniques. Final Evaluation Report. Report RIKZ-97.031. National Institute for Coastal and Marine Management/RIKZ, Haren, The Netherlands, 42 pp.

Evans, P.G.H. (1998). Whales, dolphins and porpoises. Chapter 5.15. Pp. 150-156. In Coasts and Seas of the United Kingdom. Regions 15 & 16. North-west Scotland & Outer Hebrides. (Editors J.H. Barne, C.F. Robson, S.S. Kaznowska & J.P. Doody). Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.

Evans, P.G.H. (2003). Shipping as a possible source of disturbance to cetaceans in the ASCOBANS region. Document ASCOBANS MOP4/17/Rev.1, 91 pp.

Everaert, J. & Stienen, E.W.M. (2006). Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). Significant effect on breeding tern colony due to collisions. Biodiversity and Conservation, online publication DOI 10.1007/s10531-006-9082-1. The publication is available at [www.springerlink.com](http://www.springerlink.com).

Everaert, J. (2006). Windturbines, vogels en vleermuizen. Kunnen ze samengaan. Mens & Vogel 2/2006.

Everaert, J., Devos, K. & Kuijken, E. (2002). Windturbines en vogels in Vlaanderen: voorlopige onderzoeksresultaten en buitenlandse bevindingen. Rapport Instituut voor Natuurbehoud 2002.03, Brussel.

Fabi, G., Grati, F., Lucchetti & Trovarelli, L. (2002). Evolution of fish assemblage around a gas platform in the northern Adriatic Sea. ICES Journal of Marine Science, 59, Supp. 1, 309-315.

Fettweis, M., Francken, F., Van den Eynde, D., Houziaux, J.-S., Vandenberghe, N., Fontaine, K., Deleu, S., Van Lancker, V., Van Rooij D. (2005). Mud Origin, Characterisation and Human Activities (MOCHA): Characteristics of cohesive sediments on the Belgian Continental Shelf. Scientific Report Year 1, Belgian Science Policy. 70 pp.

Fettweis, M., Francken, F., Van den Eynde, D., Houziaux, J.-S., Vandenberghe, N., Fontaine, K., Deleu, S., Van Lancker, V., Van Rooij D. (2005). Mud Origin, Characterisation and Human Activities (MOCHA): Characteristics of cohesive sediments on the Belgian Continental Shelf. Scientific Report Year 1, Belgian Science Policy. 70 pp.

FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie (2008). Evaluatie van de primaire energiemarkt in 2006. 116 pp.

Frid, C, Robinson, LA Bremner J (2002) Muddy Thinking: ecosystem based management of marine Benthos. Symposium on effects of fishing activities on Benthic habitats: Linking geology, biology, socioeconomics and management. November 2002 Tampa Florida USA

Garthe, S. & Hüppop, O. (2004). Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. *Journal of Applied Ecology* 41, 724-734.

Germanischer Lloyd (2003). Offshore wind energy park Thorntonbank: Technical Risk analysis. 145 pp.

Gill, A.B. & Taylor, H. (2001) The potential effects of electromagnetic fields generated by cabling between offshore wind turbines upon elasmobranch fishes, Countryside Council for Wales, Contract Science Report 488.

Gill, A.B., Gloyne-Phillips, I., Neal, K.J. & Kimber, J.A. (2005). The potential effects of electromagnetic fields generated by sub-sea power cables associated with offshore wind farm developments on electrically and magnetically sensitive marine organisms – a review. Report commissioned by COWRIE. 128 p.

Grontmij (2006a). Offshore windpark Katwijk – Milieueffectrapport. Definitief. In opdracht van WEOM. 335 pp.

Grontmij (2006b). Offshore windpark Katwijk – Milieueffectrapport. Deelrapport cumulatieve effecten. In opdracht van WEOM. 66 pp.

Gusbin, D. & Hoornaert, B. (2004) Energievooruitzichten voor België tegen 2030. Federaal Plan Bureau. 110 pp.

Haegeman, W. (2005). Stratigrafische studie en funderingsadvies windturbinepark op zandbank Belgisch Continentaal Plat. 5 pp.

Haelters, J. & F. Kerckhof (2000). Een dwaalgast aan onze kust: een klapmuts (*Cystophora cristata*, Erxleben 1777) op het strand te Heist. *De Strandvlo* 20(1): 23-27.

Haelters, J. & Kerckhof, F. (2004). Hoge bijvangst van bruinvissen bij strandvisserij in het voorjaar van 2004. *De Grote Rede* 11: 6-7

Haelters, J. (2000). De gewone zeehond aan onze kust. *Vriendenkring van het Noordzee-aquarium Oostende* (10)1: 13-15.

Haelters, J., Jauniaux, T., Van Gompel, J. (2000). Harbour porpoises on Belgian beaches from 1990 to 1999. ASCOBANS Advisory Committee Meeting, Bruges, Belgium, 13-16 March 2000, Document AC7/Doc.12(P), 5 pp.

Haelters, J. & Jacques, T.G. (2006). De bescherming van walvisachtigen in Belgische wateren: bijkomende informatie gericht aan DG Leefmilieu van de federale Overheidsdienst volksgezondheid, veiligheid van de voedselketen en leefmilieu, m.b.t. de uitvoering door België van de Habitatrichtlijn Art. 11 en 12 voor wat betreft walvisachtigen. Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Beheerseenheid Mathematisch Model Noordzee (BMM), Brussel. 14p.

Haelters, J., Kerckhof, F. & Stienen, E. (2003). Het Tricolor incident: de gevolgen voor zeevogels in de Belgische zeegebieden. 36 pp.

Haelters, J., Vigin, L., Stienen, E.W.M., Scory, S., Kuijken, E. & Jacques, T.G. (2004). Ornithologisch belang van de Belgische zeegebieden. Identificatie van mariene gebieden die in aanmerking komen als Speciale Beschermingszones in uitvoering van de Europese Vogelrichtlijn. Rapport van de Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee (BMM/KBIN) en het Instituut voor Natuurbehoud (IN). 91 pp.

Hakan Westerberg (1990-1993), Fiskeriundersökningar vid havsbaserat vindkraftverk.

Hammond, P.S., Berggren, P., Benke, H., Borchers, D.L., Collet, A., Heide-Jorgensen, S. Heimlich, S., Hiby, A.R., Leopold, M.F. & Oien, N. (2002). Abundance of harbour porpoise and other small cetaceae in the North Sea and adjacent waters. *J. Appl. Ecol.* 39:361-376.

Haskoning Ingenieurs- en Architectenbureau (1999) "Akoestisch onderzoek".

Hastings, M.C. & A.N. Popper (2005). Effects of sound on fish. Report to the California Department of Transportation. Jones and Stokes, Sacramento, CA. 82 pp.

Heindtsman, T.E.R., Smith R.H., Arneson, A.D. (1955). "Effect of Rain upon Underwater Noise Levels", Journal of Acoustical Society of America, 27:378.

Henriet P. *et al.* (2006). Monitoring van het onderwatergeluid op de Thorntonbank referentietoestand van het jaar nul.

Henriksen, O.D., Teilmann, J. & Karstensen, J. (2003). Effects of the Nysted offshore wind farm construction on harbour porpoises – the 2002 annual status report for the acoustic T-POD monitoring programme. Technical report commissioned by ENERGI E2 A/S, August 2003. National Environmental Research Institute, Ministry of the Environment, Denmark. 44 pp.

Hill, M.O. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. Ecology, 54: 427-432.

Hillewaert, H. & Maertens, B. (2003). Trends in the spatial distribution of macrobenthos along the Belgian coast. ICES WGEXT Report 2003, 93-95.

Hoffmann, E., Astrup, J., Larsen, F., Munch-Petersen, S. (2000). Effects of marine windfarms on the distribution of fish, shellfish and marine mammals in the Horns Rev area. Baggrundsrapport nr. 24, 42 pp.

<http://users.pandora.be/tree/wrakken/wrakkensite/wrakkensite.html> (geraadpleegd op 27 maart 2007)

<http://www.landenweb.com>: Informatie over landen, streken en eilanden (geraadpleegd op 4 april 2007)

<http://www.maritieme-archeologie.be> (geraadpleegd op 27 maart 2007)

<http://www.meteo.be>: Koninklijk Meteorologisch Instituut van België (geraadpleegd op 4 april 2007)

[http://www.mumm.ac.be/NL/Management/Nature/search\\_strandings.php](http://www.mumm.ac.be/NL/Management/Nature/search_strandings.php): databank zeezoogdieren BMM (geraadpleegd op 26 februari 2007).

<http://www.vmm.be>: Vlaamse Milieumaatschappij (geraadpleegd op 29 maart 2007)

IALA (2004). IALA Recommendation O-117 on the marking of offshore wind farms. Edition 2.

ICES (2001). Report of the Working Group on Marine Mammal Population Dynamics and Habitats. ICES CM/2001/ACE:01.

ICES (2003) <http://www.ices.dk/products/CMdocs/2003/E/E0903.PDF>

ICES (2005). Report of the Working Group on Seabird Ecology (WGSE), 29 March - 1 April 2005, Texel, The Netherlands. ICES CM 2005/G:07. 49 pp. Webpagina beschikbaar op 02/05/07. <http://www.ices.dk/reports/occ>; <http://www.ices.dk/products/CMdocs/2004/C/WGSE04.pdf>

IPCC (2001) Third Assessment Report Climate Change 2001: Synthesis Report, A contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Watson, R.T. and the Core Writing Team (Eds.), Cambridge University Press, UK. 398 p.

IPCC (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

ITOPF (2006). Overzichtsstatistieken van accidentele olieverontreinigingen. Webpagina beschikbaar op 04/05/07. <http://www.itopf.com/stats06.pdf> ; <http://www.itopf.com/pastspil.html>

Jensen, A.C., Collins, K.J. & Lockwood, A.P.M. (eds.) (2000). Artificial reefs in European seas. Kluwer Academic Publishers, 508 p.

JNCC (1998). Guidelines for minimising acoustic disturbance to marine mammals from seismic surveys. Joint Nature Conservation Committee, UK, April 1998 Version.

Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH (2000) Report WT 1326/00 of acoustical emissions of the wind turbine Generator TW 1.5 s at Fiefbergen/Germany, 30p.

Kastak, D. & Schusterman, R. J. (1998). Low frequency amphibious hearing in pinnipeds: Methods, measurements, noise, and ecology. *Journal of the Acoustical Society of America*, 103: 2216 - 2228.

Kastelein, R.A., Hardemann, J. & Boer, H. (1997). Food consumption and body weight of harbour porpoises *Phocoena phocoena*. IN: Read, A.J., Wiepkema, P.R. & Nachtigall, P.E. (Eds). *The biology of the harbour porpoise*. De Spil Publishers, Woerden, Nederland: 217–234.

Kenny, A. J. & Rees, H. L. (1996). The effects of marine gravel extraction on the macrobenthos: Results 2 years post-dredging. *Marine Pollution Bulletin*, 32(8/9): 615–622.

Kleissen, F.M. (2003). Oliedispersie studie ter hoogte van het C-Power windturbinepark op de Thorntonbank. W.L. Delft Hydraulics. 13 pp.

Knudsen V.O., Alford R.S., Emling J.W. (1948). Underwater Ambient Noise. *Journal Maritime Research* 7:410.

Koldenhof, Y. & van der Tak, C. (2007). Veiligheidsstudie offshore windpark "Bligh Bank". Marin Rapport Nr. 21607.620/3. 59 pp.

Köller, J., Köppel, J., Peters, W. (Eds) (2006). *Offshore Wind Energy. Research on Environmental Impacts*. Springer.

Komdeur, J., Bertelsen, J. & Cracknell, G. (1992). Manual for aeroplane and ship surveys of waterfowl and seabirds. IWRB (International Waterfowl and Wetlands Research Bureau) Special Publication 19. IWRB, Slimbridge.

Koschinski, S., Culik, B.M., Damsgaard, O., Tregenza, N., Ellis, G., Jansen, Ch. & Kathe, G. (2003). Behavioural reactions of free-ranging porpoises and seals to the noise of a simulated 2 MW windpower generator. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 265, 263–273.

Lanckneus, J., Van Lancker, V., Moerkerke, G., Van den Eynde, D., Fettweis, M., De Batist, M. & Jacobs, P. (2001) – "Investigation of the natural sandtransport on the Belgian Continental Shelf (BUDGET)", Final Report. Federal Office for Scientific, Technical and Cultural Affairs (OSTC), 104 pp. +87 pp. Annex.

Langston, R.H.W. & Pullan, J.D. (2003). Windfarms and birds: An analysis of the effects of windfarms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. Report by Birdlife International on behalf of the Bern Convention. Council of Europe T-PVS/Inf (2003) 12. See also Bern Convention 'Draft Recommendation' T-PVS (2003) 11.

Lauwaert, B., Fettweis, M., Cooreman, K., Hillewaert, H., Moolaert, I., Raemaekers, M., Mergaert, K., De Brauer, D. (2004). Syntheserapport over de effecten op het mariene milieu van baggerspeciestortingen. 52 pp.

Le Bot, S., Van Lancker, V., Deleu, S., De Batist, M., Henriet, J.P. & Haegeman, W., (2005). Geological characteristics and geotechnical properties of Eocene and Quaternary deposits on the Belgian continental shelf: synthesis in the context of offshore wind farming. *Netherlands Journal of Geosciences — Geologie en Mijnbouw*, 84 – 2, 147 – 160.

Le Bot, S.; Van Lancker, V.; Deleu, S.; De Batist, M.; Henriët, J.P. (2003). Tertiary and quaternary geology of the Belgian Continental Shelf. Science Policy Office of Belgium: Brussels, Belgium.

Le Roy, D, Volckaert, A., Vermoote, S., de Wachter, B., Maes, F., Coene, J. & J.B. Calewaert (2006). Risk Analysis of Marine Activities in the Belgian part of the North Sea (RAMA). SPSPDII, April 2006.

Leonhard, S.B. & Pedersen, J. (2005). Hard bottom substrate monitoring Horns Rev offshore wind farm. Annual status report 2004. 78 p.

Leonhard, S.B. (2000) Horns Rev Offshore Wind Farm. Environmental Impact Assessment of Sea Bottom and Marine Biology. Report request. Commissioned by Elsam Engineering A/S.

Leonhard, S.B. (2002) Horns Rev. Offshore Wind Farm. Introducing Hard Bottom Substrate. Sea Bottom and marine Biology. Status Report 2001: 1-72. Report request. Commissioned by Elsam Engineering A/S.

Leonhard, S.B. (2004). Hard Bottom Substrate Monitoring Horns Rev Wind Farm 2004 Data Report No. 1: 1-85. Report request. Commissioned by Elsam Engineering A/S.

Leonhard, S.B. (2005). Hard Bottom Substrate Monitoring Horns Rev Wind Farm 2004 Data Report No. 2: 1-108. Report request. Commissioned by Elsam Engineering A/S.

Leonhard, S.B., J. Pedersen (2005). Hard Bottom Substrate Monitoring Horns Rev Offshore Wind Farm. Annual Status report 2003: 1-62. Report request. Commissioned by Elsam Engineering A/S.

Lindeboom H.J. (2002) Comparison of effects of fishing with effects of natural events and non fishing anthropogenic impacts on benthic habitats. Symposium on effects of fishing activities on Benthic habitats: Linking geology, biology, socioeconomics and management. November 2002 Tampa Florida USA

Lindeboom, H.J., Geurts van Kessel, A.J.M., Berkenbosch, A. (2005). Gebieden met bijzondere ecologische waarden op het Nederlands Continentaal Plat. Rapport RIKZ/2005.008. Alterra rapport nr. 1109. ISBN nr. 90-369-3415-X. 103 pp.

Lindgren, C. & Lindblom, E. (2004). Short term effects of accidental oil pollution in waters of the Nordic Countries. IVL Swedish Environmental Research Institute in collaboration with SYKE, SFT, HFS and DMU. Webpagina beschikbaar op 02/05/07. [www.norden.org/miljoe/hlg/sk/shortterm\\_oil\\_%20pollution.pdf](http://www.norden.org/miljoe/hlg/sk/shortterm_oil_%20pollution.pdf)

Liu, A.C., (1990). A seismic and geomorphological study of the erosion surface at the top of the Tertiary in the Southern Bight of the North Sea (Belgian and Northern French Sectors). Unpublished Doctoral Thesis. UGent, 119 pp. + 97 fig. pp.

Liu, A.C., De Batist, M. & Henriët, J.P., (1992). The morphology of the Top-Tertiary erosion surface in the Belgian sector of the North Sea. Marine Geology, 105: 275-284.

Mackinson, S., Curtis, H., Brown, R., McTaggart, K., Taylor, N., Neville, S. & Rogers, S. (2006). A report on the perceptions of the fishing industry into the potential socio-economic impacts of offshore wind energy developments on their work patterns and income. Sci. Ser. Tec Rep., Cefas Lowestoft, 133: 99 pp.

Maes, F., Schrijvers, J., Van Lancker, V., Verfaillie, E., Degraer, S., Derous, S., De Wachter, B., Volckaert, A., Vanhulle, A., Vandenabeele, P., Cliquet, A., Douvere, F., Lambrecht, J. & Makgill, R. (2005). Towards a spatial structure plan for sustainable management of the sea. Research in the framework of the BELSPO Mixed Actions – SPSPD II, Juni 2005, pp. 539.

Maes, F.; Janssen, C.; Pichot, G.; Bocken, H. (Ed.) (2004). Beoordeling van de mariene degradatie in de Noordzee en voorstellen voor een duurzaam beheer - MARE-DASM. Onderzoek in het kader van PODO I. Federaal Wetenschapsbeleid, 962 pp.

MARIN & AVV (2007). Safety@sea. Risk study on the outflow of oil in the Dutch part of the North sea. Report No A06. Revision No 1. 2007-03-22.

Marra, L.J. (1989) Sharkbite on the SL submarine lightwave cable system: history, causes and resolution, IEEE Journal of Oceanic Engineering, 14 (3): 230-237.

Massin, Cl., Norro, A., Mallefet, J. (2002). Biodiversity of a wreck from the Belgian Continental Shelf: monitoring using scientific diving: preliminary results. Bull. Kon. Belg. Inst. Natuurwet. Biologie 72: 67-72.

McCune, B. and M. J. Mefford. (1999). Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 4.25 MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.

Meetnet Vlaamse Banken (2007). Vlaamse Hydrografische gegevens, Hydro Meteo Atlas, consulteerbaar op [http://www.vlaamsehydrografie.be/hm\\_atlas\\_cd/www/index.htm](http://www.vlaamsehydrografie.be/hm_atlas_cd/www/index.htm).

Ministeries van VROM, LNV, VenW en EZ (2004). Nota Ruimte. Ruimte voor ontwikkeling. Sdu, Den Haag <http://www.vrom.nl>

MIRA S (2000)

Nationaal Klimaatplan 2002-2012

Near shore windpark (1999). MER Locatiekeuze Near shore windpark Nederland.

Nedwell, J. & Howell, D. (2004). A review of offshore windfarm related underwater noise sources. Report No. 544 R 0308 commissioned by COWRIE. 63 pp.

Nedwell, J., Langworthy, J. & Howell, D. (2003). Assessment of sub-sea acoustic noise and vibration from offshore wind turbines and its impact on marine wildlife; initial measurements of underwater noise during construction of offshore windfarms, and comparison with background noise. Report No. 544 R 0424 commissioned by COWRIE. 72 pp.

Newell, R.C., Seiderer, L.J., Simpson, N.M. & Robinson, J.E. (2002). Impact of marine aggregate dredging and overboard screening on benthic biological resources in the central North Sea: Production Licence Area 408; Coal Pit. Marine Ecological Surveys Limited Technical Report No. ER1/4/02 to the British Marine Aggregate Producers Association. 72 pp.

Odegaard & Danneskiold-Samsøe A/S (2002). Measurements of noise induced from offshore wind turbines and ambient noise in the sea water.

Offringa, H., Seys, J., Van den Bossche, W. & Meire, P. (1995). Seabirds on the Channel doormat. Report IN.95.12. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.

Ontwerp Vlaams klimaatbeleidsplan 2006-2012

Ospar (2000a). Quality Status Report 2000 Region II - Greater North Sea Ospar Commission. 136 p.

Ospar (2000b). Report of an assessment of trends in the concentration of certain metals, PAKs and other organic compounds in the tissues of various species and blue mussels. Ospar Commission ad hoc working group on monitoring.

OSPAR commission (1998). Sediment Quality Criteria (Agenda Item 9). SEBA 98/9/3-E(L). In: Oslo and Paris Conventions for the Prevention of Marine Pollution, Working Group on SEA-Based Activities (SEBA). Copenhagen, 16-19 February, 1998.

Ospar Commission (2006). Review of the current state of knowledge on the environmental impacts of the location, operation and removal/disposal of offshore wind-farms. Status report April 2006. 34 pp.



Pannekoek, A.J. & van Straaten, L.M.J.U. (1984). *Algemene Geologie*, Wolters-Noorhoff Groningen, ISBN 90 01 68975 2, 599 pp.

Pauwel, J.P., Streydio, J.M. & Jacquet, L. (2000). Rapport van de Commissie voor de Analyse van de Productiemiddelen van Elektriciteit en de Reoriëntatie van de Energievectoren (AMPERE) aan de Staatssecretaris voor Energie en duurzame Ontwikkeling. D/2000/2295/51. 117 pp.

Petersen, I.K., Christensen, T.K., Kahlert, J., Desholm, M. & Fox, A.D. (2006). Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. NERI Report request. Commissioned by DONG energy and Vattenfall A/S. National Environmental Research Institute. Ministry of the Environment. Department of Wildlife Ecology and Biodiversity. 161 pp.

Petersen, J.K. & Malm, T. (2006). Offshore windmill farms: threats to or possibilities for the marine environment. *Ambio* Vol. 35, No.2, 75-80.

Phua, C., van den Acker, S., Baretta, M. & van Dalfsen, J. (2004). Ecological effects of sand extraction in the North Sea. 22 pp.

Popper, A.N., Salmon, M. & Horch, K. (2001). Acoustic detection and communication by decapod crustaceans. *J. Comp. Physiol. A* 187, (2), 83-89.

Postma, H. De chemie van het water. In de Wolf (1990). *De Noordzee*.

Prins, T.C., Twisk, F., van den Heuvel-Greve, M.J., Troost, T.A., van Beek, J.K.L. (2008). Development of a framework for Appropriate Assessments of Dutch offshore wind farms. 177 pp.

Provincie Zeeland (1998). MER-windenergie deelaspect geluid Nederland.

Radach, G. & Genkeler, J. (1997). Gridding of the NOWESP data sets, Nr. 27. *Berichte aus dem Zentrum für Meeres- und Klimaforschung Reihe B: Ozeanographie*. Institut für Meereskunde, Hamburg, 375 pp.

Reid, J.B., Evans, P.G.H. & Northridge, S.P. (Eds.) (2003). *Atlas of cetacean distribution in north-west European waters*. JNCC, Peterborough, UK. 76 pp.

Reijnders, P.J.H. & K. Lankester (1990). Status of marine mammals in the North Sea. *Neth. J. Sea Res.* 26 (2-4): 427-435.

Reijnders, P.J.H. (1992). Harbour porpoises *Phocoena phocoena* in the North Sea: numerical responses to changes in environmental conditions. *Neth. J. of Aqu. Ecol.* 26(1): 75-85.

Richardson, W.J., Greene Jr., C.R., Malme, M.I. & Thomson, D.H. (1995). *Marine mammals and noise*. Academic Press, London & New York. 576 p.

Risø National Laboratory (2004). Offshore Wind Energy and Industrial Development in the Republic of Ireland. Report prepared by Risø National Laboratory on behalf of Sustainable Energy, 102 pp.

Roberts, C.M., Bohnsack, J.A., Gell, F., Hawkins, J.P., Goodridge, R. (2001). Effects of marine reserves on adjacent fisheries. *Science*, Vol. 294 (5548): 1920-1923.

Roos, P.C. (2004). Seabed pattern dynamics and offshore sand extraction. Doctoraatsproefschrift, Universiteit Twente, 167 pp.

Rose, P.M. & Scott, D.A. (1997). *Waterfowl population estimates – second edition*. Wetlands International Publication 44, Wageningen, The Netherlands.

Starling, M. (2007). Safety at sea. Trans-national procedures and guidelines for offshore wind farm risk management. Demonstration project D. Deliverable 9. 45 pp.

Sanderhoff, P. (1993). PARK – User's Guide, RISO.

Scira Offshore Energy Ltd (2006). Environmental Statement Offshore Wind Farm Sheringham Shoal.

Senternovem (2005). Handboek Risicozonering Windturbines versie 2. Website beschikbaar op 27/04/07. [www.senternovem.nl/mmfiles/Handboek%20risicozonering%20en%20windturbines\\_tcm24-201713.pdf](http://www.senternovem.nl/mmfiles/Handboek%20risicozonering%20en%20windturbines_tcm24-201713.pdf)

Seys, J. (1998). Witsnuitdolfijnen *Lagenorhynchus albirostris* in de Belgische kustwateren. *Sula* 12(3): 99-100.

Seys, J. (2001). Het gebruik van zee- en kustvogelgegevens ter ondersteuning van het beleid en beheer van de Belgische kustwateren. PhD Thesis. Universiteit Gent, België. 131 pp.

Seys, J. (2002). Estimates of the number of seabirds residing in and migrating through the Southern North Sea. Report IN.D.2002.2. Institute of Nature Conservation, Brussels.

Seys, J. (2003). Zorgeloos zandwinnen: op zee? Focus: 3-9 In: VLIZ nummer8, juli 2003.

Seys, J., Offringa, H., Van Waeyenberge, J., Meire, P. & Kuijken, E. (1999). Ornithologisch belang van de Belgische maritieme wateren: naar een aanduiding van kensoorten en sleutelgebieden. *Nota In A74*. Instituut voor Natuurbehoud, 17 pp.

SGS (2007). Studie Windturbines en veiligheid. Website beschikbaar op 27/04/07. [http://www.energiesparen.be/duurzame\\_energie/wind.php?subj=gevaarlijk](http://www.energiesparen.be/duurzame_energie/wind.php?subj=gevaarlijk)

Skov, H., Durinck, J. Leopold, M.F. & Tasker, M.L. (1995). Important bird areas in the North Sea, including the Channel and the Kattegat. *BirdLife International*, Cambridge, 156 pp.

SNH (2004). An assessment of the sensitivity and capacity of the Scottish Seascape in relation to offshore windfarms. University of Newcastle.

Söker, H. Rehfeldt, K., Santjer, F. Stracker, M. & Schreiber, M. (2000). Offshore Wind Energy in the North Sea. Technical possibilities and ecological considerations. A Study for Greenpeace. 83 pp.

StatSoft, Inc. (2003). STATISTICA (data analysis software system), version 6. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

Stienen, E.W.M. & Kuijken, E. (2003). Het belang van de Belgische zeegebieden voor zeevogels. Rapport IN.A.2003.208. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.

Stienen, E.W.M., Courtens, W., Van de Walle, M. (2004). Interacties tussen antropogene activiteiten en de avifauna in de Belgische zeegebieden. Rapport Instituut voor Natuurbehoud, 2004.136. Instituut voor Natuurbehoud: Brussel, België, 54 pp.

Stienen, E.W.M., Van Waeyenberge, J. & Kuijken, E. (2002). De avifauna en zeezoogdieren van de Thorntonbank. Studie ter beoordeling en monitoring van de impact van een off-shore windpark op de mariene avifauna en zeezoogdieren. Rapport IN.A.2002.244, Instituut voor Natuurbehoud, Brussel. 60 pp.

Stienen, E.W.M., Van Waeyenberge, J. & Kuijken, E. (2003). Zeezoogdieren in Belgisch mariene wateren. [Marine mammals in Belgian marine waters]. Rapport Instituut voor Natuurbehoud, A.2003.152. Instituut voor Natuurbehoud: Brussel, Belgium. 15 pp.

Tahon, S. & Haelters, J. (1998). Witsnuitdolfijnen voor de kust! *Het Visserijblad* 65(11): 28-29.

Task Force Visserij (2006). Globaal actie- en herstructureringsplan voor een duurzame Vlaamse zeevisserijsector. 42 pp.

Tasker, M.L., Jones, P.H., Dixan, T.J. & Blake, B.F. (1984). Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for a standardized approach. *Auk* 101: 567- 577.

Tech-Wise (2003). Elsam. Offshore wind farm Horns Rev. Annual status report for the environmental monitoring programme, 1 January 2002 – 31 December 2002. Tech-Wise report 166717, Fredericia, Denmark, 59 pp.

Teilmann, J., Carstensen, J., Dietz, R. & Edrén, S.M.C (2005). Aerial monitoring of seals during construction and operation of Nysted Offshore Wind Farm. NERI Technical report to Energi E2 A/S. Denmark. 37 pp.

Teilmann, J., Carstensen, J., Dietz, R., Edrén, S.M.C & Andersen, S.M. (2006c). Final report on aerial monitoring of seals near Nysted Offshore Wind Farm. NERI Technical report to Energi E2 A/S. Denmark. 41 pp.

Teilmann, J., Tougaard, J. & Carstensen, J. (2006a). Summary on harbour porpoise monitoring 1999-2006 around Nysted and Horns Rev Offshore Wind Farms. NERI Report to Energi E2 A/S and Vattenfall A/S. Roskilde, Denmark. 14 pp.

Teilmann, J., Tougaard, J., Carstensen, J., Dietz, R. & Tougaard, S. (2006b). Summary on seal monitoring 1999-2005 around Nysted and Horns Rev Offshore Wind Farms. NERI Technical report to Energi E2 A/S and Vattenfall A/S. Roskilde, Denmark. 22 pp.

Ter Hofstede, R., Heessen, H.J.L. & Daan, N. (2005). Systeembeschrijving Noordzee: Natuurwaardenkaarten vis. RIVO rapport C090/05, 55 pp.

Tessens, E. & Velghe, M. (2005). Uitkomsten van de Belgische zeevisserij: 2005. Departement Landbouw en Visserij. Afdeling Landbouw en Visserijbeleid. Zeevisserij. 32 pp.

Thiele R. (2002) Propagation loss values for the North Sea. Handout Hachgespräch: Offshore-windmillssound emissions and marine mammals. FTZ-Büsum.

Thomsen, F., Lüdemann, K., Kafemann, R. & Piper, W. (2006). Effect of offshore wind farm noise on marine mammals and fish. Biola, Hamburg, Germany on behalf of COWRIE Ltd. 62 pp.

Tonnon P.K., Van Rijn L.C., Walstra D.J.R. (2007). The morphodynamic modelling of tidal sand waves on the shoreface. Coastal Engineering 54, 279-296.

Tougaard, J., Carstensen, J., Damsgaard Henrikson, O., Skov, H., Teilman, J. (2003). Short-term effects of the construction of wind turbines on harbour porpoise at Horns Rev. Technical Report to TechWise A/S. HME/362-02662, Hedeselkabet, Roskilde.

Tougaard, J., Carstensen, J., Ilsted Bech, N. & Teilmann, J. (2006c). Final report on the effect of Nysted Offshore Wind Farm on harbour porpoises. Annual report 2005. NERI Technical report to Energi E2 A/S. Roskilde, Denmark. 65 pp.

Tougaard, J., Carstensen, J., Wisz, M.S., Jespersen, M., Teilmann, J. & Ilsted Bech, N. (2006b). Harbour Porpoises on Horns Reef – Effects of the Horns Reef Wind Farm – Final Report to Vattenfall A/S. NERI Commissioned Report. Roskilde, Denmark. 111 pp.

Tougaard, J., Carstensen, J., Wisz, M.S., Teilmann, J., Ilsted Bech, N., Skov, H. & Henriksen, O.D. (2005). Harbour Porpoises on Horns Reef – Effects of the Horns Reef Wind Farm. Annual Status Report 2004 to Elsam Engineering A/S. NERI Technical Report. Roskilde, Denmark. 71 pp.

Tougaard, J., Tougaard, S., Jensen, R.C., Jensen, T., Teilmann, J., Adelung, D., Liebsch, N. & Müller, G. (2006a). Harbour seals at Horns Reef before, during and after construction of Horns Rev Offshore Wind Farm. Final report to Vattenfall A/S. Biological Papers from the Fisheries and Maritime Museum No. 5, Esbjerg, Denmark. Available at [www.hornsrev.dk](http://www.hornsrev.dk).

Tougaard, S., Skov, H. & Kinze, C.C. (2000). Environmental Impact Assessment. Investigation of marine mammals in relation to the establishment of a marine wind farm on Horns Reef. Report to ELSAMprojekt. 35 pp.

Trenteseaux, A., Stolk, A., Berne, S., De Batist, M. & Chamley, H., (1993). Le Middelkerke Bank – Mer du Nord méridionale. Première datations indirectes des dépôts à partir d'informations sismiques et lithologiques. In: ASF (editor), 4ième Congrès Français de Sédimentologie – Résumés. ASF, Paris, 345-346.

Trenteseaux, A., Stolk, A. & Berné, S. (1999). Sedimentology and stratigraphy of a tidal sandbank in the southern North Sea. *Mar. Geol.*, 159: 253-272.

Turner, S.J., Thrush, S.F., Pridmore, R.D., Hewitt, J.E., Cummings, V.J., Maskery, M. (1995). Are soft-sediment communities stable? An example from a windy harbour. *Marine Ecology Progress Series* 120, 219-230.

Urlick, R.J., (1983). "Principles of Underwater Sound", Mc-Graw Hill Book Comp.

Van Alphen, J.S.L.J. & Damoiseaux, M.A., 1989. A geomorphological map of the Dutch shoreface and adjacent part of the continental shelf. *Geologie en Mijnbouw* 68: 433-443.

Van Gompel, J. (1991). Cetacea aan de Belgische kust, 1975-1989. *Lutra* 34: 27-36.

Van Gompel, J. (1992). Zeehonden langs de Belgische kust. *Zoogdier* 3: 9-14.

Van Gompel, J. (1996). Cetacea aan de Belgische kust, 1990-1994. *Lutra* 39: 45-51.

Van Hoey, Degraer, S., Vincx, M. (2004). Macrobenthic community structure of soft-bottom communities on the Belgian Continental Shelf. *Est., coast. And shelf sci.* 59: 601-615

Van Hulle, F., Le Bot, S., Cabooter, Y., Soens, J., Van Lancker, V., Deleu, S., Henriët, J.P., Palmers, G., Dewilde, L., Driesen, J., Van Roy, P. Belmans, R. (2004). Optimal offshore wind energy developments in Belgium. *Belgian Science Policy*, 153 pp.

Van Lancker, V., Deleu, S., Bellec, V., Le Bot, S., Verfaillie, E., Fettweis, M., Van den Eynde, D., Francken, F., Pison, V., Wartel, S., Monballiu, J., Portilla, J., Lanckneus, J., Moerkerke, G., Degraer, S. (2004). Management, research and budgeting of aggregates in shelf seas related to end-users (MAREBASSE). *Scientific Report year 2. Belgian Science Policy.* 144 pp.

Van Lancker, V., Deleu, S., Bellec, V., Le Bot, S., Verfaillie, E., Schelfaut, K., Fettweis, M., Van den Eynde, D., Francken, Monballiu, J., Giardino, A., Portilla, J., Lanckneus, J., Moerkerke, G. & Degraer, S. (2006). Management, research and budgeting of aggregates in shelf seas related to end-users (MAREBASSE). *Final Scientific Report. Belgian Science Policy, SPSDII North Sea.*

Van Lil (2002). Studie van effecten van een windturbinepark op de Thorntonbank, deel 1 – RF studie. 26/11/2002 in opdracht van C-Power.

Van Waeyenberge, J., Stienen, E.W.M. & Offringa, H. (2001). Overwinterende zee-eenden voor de Belgische kust. *Vogelnieuws, ornithologische nieuwsbrief van het Instituut voor Natuurbehoud* nr. 2: 20-23.

Vandenbroele, M., Vangheluwe, M., Janssen, C. Persoone, G., Van Haecke, P & Le Roy, D. (1997) Definiëring en toepassing van ecologische criteria en economische indicatoren voor de effectstudie en kostenbepaling van diverse types van verontreiniging in de Noordzee. 142 pp.

Vanermen, N., Stienen, E.W.M., Courtens, W. & Van de Walle, M. (2006). Referentiestudie van de avifauna van de Thorntonbank. [Reference study of the avifauna of the Thorntonbank]. *Rapport Instituut voor Natuurbehoud, A.2006-22. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek: Brussel, Belgium.* 131 pp.

Vattenfall A/S (2006). Horns Rev Offshore Wind Farm. Annual Status Report for the Environmental Monitoring Programme 2005: January 2005 - March 2006. Vattenfall A/S, Report No 6659 – LAJL/JKG. Fredericia, Denmark. 96 pp.

Vella, G., Rushforth, I., Mason, E., Hough, A., England, R., Styles, P., Holt, T. and Thorne, P. (2001). Assessment of the effects of noise and vibration from offshore wind farms on marine wildlife. 107 pp.

Verboom W.C. (1991) Possible disturbance of marine mammal hearing perception by human made noise-preparatory study, TPD-HAG-RPT-91-110.

Verboom, W.C. (2005), Bulderen windturbines de bruinvis weg?, Nieuwsbrief Nederlandse Zeevogelgroep 6(3): 12.

Vestas Wind Systems (2005). Life cycle assessment of offshore and onshore sited wind power plants based on Vestas V90-3.0 MW turbines.

## Vlarem II

Volckaert, A.; Engledow, H.; Beck, O.; Degraer, S.; Vincx, M.; Coppejans, E.; Hoffmann, M. (2004). Onderzoek van de ecologische interacties van macroalgen, macrofauna en vogels geassocieerd met intertidale harde constructies langs de Vlaamse kust. Universiteit Gent/Instituut voor Natuurbehoud: Belgium. 123 pp.

VRT, 2007. Grote actie tegen vervuiling op Noordzee. 26/04/07. Webpagina beschikbaar op 02/05/07. <http://www2.vrtnieuws.net/cm/vrtnieuws.net/nieuws/binnenland/1.116635>

Wahlberg, M. and Westerberg H. (2005) Hearing in fish and their reaction to sound from offshore wind farms. Mar. Ecol. Prog. Ser. 288: 295-309

WAKO (2007). Onderzoek warrelnet en boomkorvisserij.

Wartel, S. (1989). Paleogeographical reconstruction of the offshore area off the Belgian coast – Acoustic investigations. In: Baeteman, C. (editor). Quaternary sea-level investigations from Belgium. Ministerie van Econ. Zaken, Geologische Dienst van België, Brussel, 92-104.

Wenz, G. M. (1962). Acoustic ambient noise in the ocean: Spectra and sources. Journal of the Acoustical Society of America 34 (12): 1936 - 1956.

Wolski, L.F., Anderson, R.C., Bowles, A.E. & Yochem, P.K. (2003). Measuring hearing in the harbour seal (*Phoca vitulina*): Comparison of behavioral and auditory brainstem response techniques. Journal of the Acoustical Society of America: 113 (1): 629 - 637.

Zalmon, I.R., Novelli, R., Gomes, M. & Faria, V.V. (2002). Experimental results of an artificial reef programme on the Brazilian coast north of Rio de Janeiro. ICES Journal of Marine Science, 59, 83-87.

Zintzen, V.; Massin, Cl.; Norro, A.; Cattrijsse, A.; Vanden Berghe, E.; Degraer, S.; Steyaert, M.; Vincx, M.; Mallefet, J. (2004). Belgian shipwrecks: hotspots for marine biodiversity, in: Mees, J.; Seys, J. (Ed.) (2004). VLIZ Young Scientists' Day, Brugge, Belgium 5 March 2004: book of abstracts. VLIZ Special Publication, 17: pp. 85.



## **BIJLAGEN**